

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Aplikace metody FMEA procesu při výrobě kotlového
zásobníku**

**The Application of FMEA Process in the Production of
Boiler Tank**

Student:

Bc. Jan Hlobil

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Hlobil**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 10 Technologický management
Téma: Aplikace metody FMEA procesu při výrobě kotlového zásobníku
The Application of FMEA Process in the Production of Boiler Tank

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický rozbor metody FMEA a její využití v praxi.
2. Charakteristika podniku a procesu výroby kotlového zásobníku.
3. Analýza vad vznikajících při procesu výroby kotlového zásobníku a aplikace metody FMEA.
4. Návrhy opatření k odstranění vad a jejich komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

- ČSN ISO 690 (01 0197). *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: ÚNMZ, 2011. 40 s.
- ČSN EN 60812 *Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 44 s.
- Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. Překlad Ivana Petrašová. Vyd. 4. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. 143 s. ISBN 978-80-02-02101-8.
- Zajištění kvality před sériovou výrobou: FMEA produktu, FMEA procesu*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. 124 s.

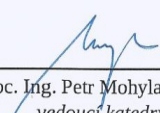
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Konzultant diplomové práce: Vítězslav Jelínek

Datum zadání: 12.12.2014
Datum odevzdání: 18.05.2015




doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 17.5.2015

..... 

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 17.5.2015



.....

Podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Jan Hlobil

Adresa trvalého pobytu autora práce: náměstí Míru 9, Bruntál 79201

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

HLOBIL, J. *Aplikace metody FMEA procesu při výrobě kotlového zásobníku: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2015, 63 s. Vedoucí práce: Šajdlerová, I.

V diplomové práci je nejprve rozebrána metoda FMEA, včetně příkladů jejího využití v praxi, a jsou zde vysvětleny základní pojmy související s řešenou problematikou. Následuje podrobný rozbor výrobního procesu kotlového zásobníku, který je součástí automatického kotle na tuhá paliva značky Buderus. Rozbor je doplněn o detailní analýzu vad, které mohou vzniknout během jeho výroby. Na základě provedené analýzy byla navržena opatření k odstranění zjištěných vad. V závěru je provedeno konečné zhodnocení přínosu práce.

ANNOTATION OF DIPLOMA THESIS

HLOBIL, J. *The Application of FMEA Process in the Production of Boiler Tank: Diploma Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2015, 63 s. Thesis head: Šajdlerová, I.

In the thesis are at first analyzed FMEA, including examples of its use in practice, and explains the basic concepts associated with the problem. Following a detailed analysis of the manufacturing process of the boiler tank, which is part of an automated boilers for solid fuels Buderus. The analysis is supplemented by detailed analysis of defects that may arise during its production. Based on the analysis actions were proposed to eliminate the defects. In conclusion the final assessment of the benefit of work.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	8
Úvod	9
1 Vysvětlení FMEA	10
1.1 Historický vývoj FMEA	11
1.2 Pojem FMEA	12
1.3 Identifikace možných poruch.....	13
1.4 Identifikace možných důsledků	13
1.5 Identifikace možné příčiny	13
1.6 Identifikace nástrojů řízení	14
1.7 FMEA a její cíle.....	14
1.8 FMEA produktu a procesu.....	14
1.9 FMEA – produkt.....	15
1.10 FMEA – proces.....	15
1.11 Fáze zpracování metody FMEA	15
1.11.1 Fáze – analýza struktury FMEA procesu.....	16
1.11.2 Fáze – funkční analýza FMEA procesu.....	16
1.11.3 Fáze – analýza vad FMEA procesu	16
1.11.4 Fáze – analýza opatření FMEA procesu	16
1.11.5 Fáze – optimalizace FMEA procesu	16
1.12 Identifikace a posuzování rizika	17
1.13 Určování priorit opatření	21
1.14 Ukazatel priority rizika (RPN).....	21
1.15 Sestavení týmu FMEA.....	22
1.16 Vedení a jejich odpovědnost.....	22
1.17 Podpůrné prostředky	23

2 Charakteristika podniku a procesu výroby.....	24
2.1 Charakteristika podniku	24
2.2 Analýzy týkající se vybraného produktu pro FMEA procesu	33
2.2.1 Kotel Buderus Logano G221_Automat	33
2.2.2 Charakteristika strojů	35
2.2.3 Technologický postup výroby kotlového zásobníku	39
3 Analýza vad vznikajících při procesu výroby kotlového zásobníku	42
3.2 Software IQ – FMEA – charakteristika	44
4 Návrhy opatření k odstranění vad a jejich komplexní posouzení	46
4.1 Pálení na laseru	48
4.2 Ohýbání dílů	50
4.3 Svařování podsestavy	51
4.4 Svařování podsestavy a trubky zhášecího zařízení	52
4.5 Svařenec zásobníku.....	53
4.6 Nýtování.....	53
4.7 Nástřik.....	54
5 Závěrečné hodnocení přínosu diplomové práce.....	57
Seznam použité literatury a odkazů	59
Seznam obrázků	61
Seznam tabulek	61
Seznam grafů a schémat.....	63
Přílohy	63

Seznam použitých zkratk a symbolů

AtcP	Výrobní závod Město Albrechtice (Albrechtice Plant)
CNC	Číslicově řízený obráběcí stroj počítačem
D	Detekce
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (překlad: Analýza možného výskytu a vlivu vad)
HDP	Hrubý domácí produkt
ID	Identifikační číslo
KrnP	Výrobní závod Krnov (Krnov Plant)
KrnP-VAN	Interní normy podniku
MF ČR	Ministerstvo financí České republiky
OL	Operační lístek
OTK	Oddělení technické kontroly
QMM	Oddělení kvality (Quality Management)
RPN	Risk Priority Number – ukazatel priority rizika
s. r. o.	Společnost s ručením omezeným
TP	Technologický postup
V	Výskyt
WPS	Welding Procedure Specification – nastavení svařování, postup svařování (svařovací normy)
Z	Závažnost

Úvod

Základem úspěšné organizace v dnešní době je neustálé zlepšování v oblasti kvality produktů a výrobních procesů. V dnešním světě, kdy se kladou větší nároky na kvalitu služeb a výrobků a se zvětšující se konkurencí na trhu, je nutné neustále inovovat systém managementu kvality v podnicích.

Metoda FMEA má velký význam pro podniky zabývající se výrobou produktů, ale i pro nevýrobní organizace, například ve zdravotnictví. Metoda má za úkol identifikovat veškeré problémy, které mohou během výrobního procesu nastat. Průmyslový koncern Robert Bosch, kam patří i podnik ve kterém diplomovou práci zpracovávám, používá metodu FMEA ve všech svých odvětvích a aplikuje ji na své produkty a procesy. Pro tvorbu FMEA formulářů a databází využívají podniky dostupné programy, které se neustále vyvíjí a přizpůsobují se požadavkům budoucích trendů v aplikaci FMEA.

Na vytváření FMEA projektů úzce spolupracují většinou oddělení managementu kvality a oddělení vývoje nových produktů. Pro neustálé zlepšování v systému managementu kvality jsou používány nástroje managementu kvality. Můžeme jmenovat například Paretův diagram, regulační diagram, korelační diagram nebo histogram. Aplikace metody FMEA je s těmito nástroji úzce spojená. FMEA je rozdělená na dvě základní části a to na FMEA produktu a FMEA procesu. V podniku, kde práci zpracovávám je FMEA členěná na systémovou FMEA, do které patří logistická a designová FMEA a dále na FMEA procesu, kterou se ve své diplomové práci budu zabývat.

Hlavní záměr práce je navrhnout opatření k prevenci vzniku vad při výrobě kotlového zásobníku, aby byl zajištěn plynulý a bezproblémový chod výrobního procesu.

1 Vysvětlení FMEA

FMEA podporuje neustálé zlepšování a je nezbytnou součástí managementu rizik. Z toho vyplývá, že FMEA je nedílnou a hlavní součástí vývoje procesu a produktu. Postup progresivního plánování kvality produktu určuje pět obecných oblastí zaměření v daném procesu vývoje:

- plánování a definování programu,
- návrh a vývoj produktu,
- návrh a vývoj procesu,
- validace produktu a procesu,
- zpětná vazba, posuzování a opatření k nápravě.

Metoda FMEA znamená dlouhodobé pracovní nasazení, které je součástí vývoje produktu nebo procesu. Jedním z hlavních hledisek pro neustálé zlepšování je zachovat znalosti z předcházejících poznávání, které jsou obvykle zachycena v určitých analýzách FMEA. Podnikům a organizacím se radí, aby vycházely z předešlých analýz obdobných návrhů produktu a procesu, a aby je použily jako výchozí bod pro následující aplikaci nebo program. [1]

Dobře promyšlená a dokonale zpracovaná FMEA bude mít bez efektivních preventivních opatření nebo opatření k nápravě zredukovanou hodnotu.

Členové vedení týmu (vedoucí technik nebo vedoucí týmu) jsou zodpovědní za zajištění realizace všech doporučených opatření a následné odpovídající řešení. FMEA je metoda a měla by být vždy aktuální a představovat vždy nejnovější stav, taktéž i nejnovější příslušná opatření, včetně opatření, která nastanou po zahájení výrobního procesu. [1]

1.1 Historický vývoj FMEA

Metoda FMEA byla vyvíjena v USA jako vojenský předpis a vztahuje se k datu 9. listopadu 1949. Byla využita jako metoda hodnocení spolehlivosti, k určení dopadů poruch systémů a zařízení. Jednotlivé poruchy byly klasifikovány dle vlivu na konečný výsledek, osoby a bezpečnost zařízení.

NASA v roce 1963 vyvinula FMEA pro projekt Apollo. Roku 1965 převzala metodu letecká technika a kosmonautika. Metoda našla uplatnění, také v jaderné technice a to kolem roku 1975.

Poprvé použila metodu FMEA v automobilovém průmyslu firma FORD v roce 1977 a to k preventivnímu zajištění kvality. V Německu v roce 1980 byla stanovena metoda analýzy následků poruch s podtitulem FMEA. V automobilovém průmyslu byla tahle metoda vyvinuta speciálně pro automobily. V roce 1986 byl vydán první popis metody a to ve svazku VDA 4, zajištění kvality před sériovou výrobou. Metoda FMEA se od této doby využívá v automobilním průmyslu stále častěji. V devadesátých letech se metoda FMEA objevila v jiných oborech, např. lékařské, sdělovací techniky a v netechnických oborech a v oblasti služeb.

Na začátku roku 1990 byla metoda rozvinuta do systémové FMEA produktu a systémové FMEA procesu pro automobilní průmysl. Roku 1996 se objevil svazek – zajištění kvality před sériovou výrobou s podtitulkem systémová FMEA. Zde byly sepsány poznatky výrobců automobilů a zároveň jejich dodavatelů a bylo zakotveno provádění FMEA. Tím byl vytvořen jednotný a pro všechny daný a uznávaný postup FMEA, která je uznávána výrobci automobilů, jejich dodavateli a subdodavateli.

Koncem devadesátých let německá společnost pro kvalitu založila pracovní skupinu, se záměrem popsání aplikace FMEA pro další oblasti použití (pro management projektů a služby). [4]

1.2 Pojem FMEA

FMEA – Failure Mode and Effects Analysis (překlad: Analýza možného výskytu a vlivu vad)

Jde o analytickou metodu, využívá se s cílem zabezpečit zohlednění a vyřešení případných problémů v průběhu výrobního procesu vývoje produktu (výrobku) nebo samotného výrobního procesu. Jejím nejvýznamnějším výsledkem je dokumentování společných znalostí jednotlivých týmů. FMEA se používá obecně pro možné poruchy v procesech návrhu a výroby produktu, kde mohou být výhody její aplikace velmi významné.

Posuzování rizik je součástí hodnocení a analýzy. Vyjednávání se uskutečňuje s ohledem na návrh (procesu nebo produktu), na prověření funkcí, na jakékoli změny aplikací a s ohledem na výsledné riziko možné poruchy, a to je pro aplikaci této metody velmi důležité. Při užití metody FMEA by se mělo zaručit, že pozornost byla věnována každému prvku v rámci montážní sestavy nebo produktu. Největší prioritu by měly mít kritické a s bezpečností spojené procesy nebo komponenty.

Pro úspěšnou realizaci metody FMEA je nejdůležitější její včasnost. Pro dosažení co nejvyšší vypovídací hodnoty se musí metoda FMEA realizovat před zahájením procesu nebo výrobou produktu, u nichž je možný způsob poruchy. Čas, který je věnován příležitostnému provedení FMEA s předstihem, kdy je možné změny procesu nebo produktu aplikovat mnohem jednodušeji a levněji, sníží krizi pozdějších změn. Navržená opatření vyplývající z metody FMEA mohou zmírnit nebo eliminovat pravděpodobnost vzniku změny, které by pravděpodobně vyvolaly velké znepokojení.

V nejlepším případě by měla být FMEA procesu aplikována před vývojem a nakoupením výrobních zařízení nebo nástrojů. Metodu FMEA je možné aplikovat ve výrobních, ale i nevýrobních oblastech. Mohla by být například použita pro rozbor rizik v procesu státní správy nebo při hodnocení bezpečnostního systému. [1]

1.3 Identifikace možných poruch

Způsob poruchy je formulován jako proces nebo verze, jakými by proces nebo produkt mohl způsobit neúspěch při plnění účelu návrhu produktu nebo požadavků procesu. Očekává se, že by porucha mohla nastat, nemusí se ale nezbytně vyskytnout. Hlavní je srozumitelný a stručný popis dané poruchy, protože patřičně ovlivňuje určitou analýzu. Možné způsoby poruchy by měly být popsány technickými termíny, ne však jako příznak, který by měl cílový zákazník nutně zaregistrovat. Značně vysoký počet způsobů poruch souvisejících s jedním požadavkem může signalizovat, že formulovaný požadavek je nepřesný a nevýstižný. [1]

1.4 Identifikace možných důsledků

Možné důsledky poruchy jsou formulovány jako důsledky způsobu poruchy tak, jak je vidí zákazník. Měly by být definovány tak, aby je cílový zákazník mohl pocítit nebo zaregistrovat včas. Zákazníkem může být zákazník interní nebo cílový uživatel.

Součástí identifikace možných důsledků je i analýza následků poruch, hodnocení závažnosti nebo dosah těchto následků. [1]

1.5 Identifikace možné příčiny

Možná příčina poruchy je formulována jako projev toho, jak by mohlo k chybě dojít. Je popisována jako něco, co je možné opravit, napravit nebo co jde řídit. Možná příčina poruchy může být známkou slabé stránky při návrhu produktu, jehož následkem je způsobená porucha.

Pokud je identifikována příčina, pak se následně vyskytne i samotný způsob poruchy. Mezi příčinou a výsledným způsobem poruchy tady existuje přímý vztah. Samostatný rozbor možné příčiny se aplikuje u každé příčiny, pokud jde o vícenásobné příčiny. Maximálně detailní identifikování základní příčiny způsobu poruchy umožňuje navrhnout vhodné nástroje řízení a akční plány. [1]

1.6 Identifikace nástrojů řízení

Nástroji řízení chápeme nástroje pomocí, kterých můžeme identifikovat, co se provádí špatně, proč a jak by se těmto věcem mělo zamezit, nebo jak by se to mohlo objevit. Největší návratnost poskytnou nástroje řízení specializované na prevenci. Nástroje řízení se využívají u výrobních procesů nebo u návrhu výrobku. [1]

1.7 FMEA a její cíle

Velké nároky zákazníků na kvalitu se projeví stejně, jako potřeba optimalizace nákladů na procesy a produkty a to i v rámci legislativy, která požaduje plnou odpovědnost výrobců za případné škody vyvolané vadou výrobku (ručení za výrobek).

Prostřednictvím FMEA jsou také přímo podporovány jednotlivé cíle organizace. Jedná se například o:

- neustálé zvyšování funkční spolehlivosti a bezpečnosti procesů a produktů,
- snižování garančních nákladů zvětšením zákonného záručního období,
- zkrácení času vývoje,
- plnění zadaných termínů,
- ekonomická výhodnost výroby a montáže,
- orientace služeb na cílového zákazníka,
- účelná komunikace mezi externími a interními dodavateli a zákazníky,
- tvorba vědomostní databáze v organizaci,
- dokazování bezpečnosti při výrobě vozidel apod. [4]

1.8 FMEA produktu a procesu

Obecně je možno použít dva postupy FMEA, zkoumání dle toku procesů a funkcí. FMEA procesu a produktu zahrnuje veškeré základní pojmy FMEA. Jak již bylo řečeno, metoda FMEA je použitelná v různých oblastech, i pro netechnické procesy a systémy. Lze posuzovat, například funkce softwaru, systému, rozhraní konstrukce, výrobní postupy, komponenty, logistiku, montážní postupy, stroje a přeprava apod. [4]

1.9 FMEA – produkt

FMEA produktu zkoumá potřebné funkce produktů a systémů, které vedou až k charakteristice jednotlivých vlastností. Zjišťují se možnosti vzniku odchylek a formulují se opatření k maximálnímu zajištění požadavků. [4]

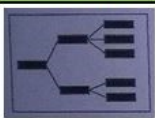
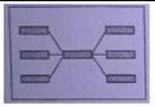
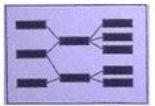


1.10 FMEA – proces

FMEA procesu zkoumá veškeré postupy vedoucí k výrobě daných produktů a systémů včetně nároků a okolností působících na daný proces. Podobně jako u FMEA produktu se zjišťují možnosti vzniku odchylek, včetně formulování opatření, která povedou k zajištění postupů a charakteristik produktů. [4]

1.11 Fáze zpracování metody FMEA

Jednotlivé fáze zpracování metody FMEA jsou popsány v následující tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 – Fáze zpracování metody FMEA [4]

FÁZE	NÁZEV	CÍLE	SCHÉMA
1.	Analýza struktury FMEA procesu	Souhrnné informace o zkoumaném produktu	
		Opakované využití modulů	
		Omezení a popsání daných rozhraní	
		Stanovení odpovědnosti	
2.	Funkční analýza FMEA procesu	Důležité informace o postupech v procesu	
		Informace o vztazích příčina – následek	
		Základní analýza pro vady	
3.	Analýza vad FMEA procesu	Určování možných chybných funkcí, přidáno k systémové struktuře a daným funkcím	
		Spojení vadných funkcí k strukturám vadných funkcí	
		Je to základ pro obrázek vadných funkcí ve formuláři	
4.	Analýza opatření FMEA procesu	Zjištěná nebo už stanovená opatření připojit vadným funkcím	
		Odhadnout rizika	
5.	Optimalizace FMEA procesu	Navržení opatření potřebných ke zlepšení	
		Odhadnout rizika	
		Provést kontrolu účinnosti uskutečněných opatření	
		Zdokumentování uskutečněných opatření	

1.11.1 Fáze – analýza struktury FMEA procesu

Soustava se na stupni pozorování procesu sestává z jednotlivých systémových prvků, které jsou poskládány v pořadí od popisu strukturálních souvislostí v rámci celého systému do jedné systémové struktury. [4]

1.11.2 Fáze – funkční analýza FMEA procesu

Systémová struktura určená pomocí systémových součástí je základem toho, že je možné jakýkoliv systémový člen rozebrat rozdílně tak, jak je to důležité s přihlédnutím na jeho funkce a související chybné funkce v průběhu celého systému. [4]

1.11.3 Fáze – analýza vad FMEA procesu

Pro každý pozorovaný člen systému je nezbytné provést analýzu vad. Možné vadné funkce vycházejí z úloh, například odchylky od upřesněného požadovaného stavu zařízení, nedokonale provedený úkol, neúmyslná činnost nebo nepožadovaná činnost. Definice chybné funkce musí být jednoznačný. Ne OK., špatné, nesplnění, zničené a podobně. A jsou nevyhovující k tomu, aby byla možnost pozorovaně připojit příčinu vady a následek vady a navrhnout opatření. [4]

1.11.4 Fáze – analýza opatření FMEA procesu

Dané opatření k zabránění vývoji poskytuje ideálnímu procesu, aby byla pravděpodobnost výskytu možnosti vady co nejmenší. Opatření k zabránění musí být jasně a srozumitelně popsána. V některých případech to může probíhat pomocí odkazu na další dokument. [4]

1.11.5 Fáze – optimalizace FMEA procesu

Jestliže dojde při výsledku hodnocení stavu neuspokojivý, budou aplikována nová opatření. Vypracuje se nový stav opatření podobně jako ve fázi 4. Tyto nově vzniklá opatření se ohodnotí dopředu, pověří se zodpovědné osoby a termíny a vše se odevzdá k rozhodnutí. Po provedení opatření je důležité uskutečnit kontrolu účinnosti a překontrolovat hodnocení. Jakmile je výsledek takový, že opatření nezískalo požadované ohodnocení, je nutné, aby optimalizace probíhala do té doby, než bude výsledek akceptovatelný. [4]

Cílem doporučených opatření je snížit celkové riziko a dále snížit pravděpodobnost výskytu určitého způsobu poruchy. Jednotlivá doporučená opatření by měla vést ke snižování závažnosti, výskytu a detekce.

Kvůli zabezpečení přijímání navržených opatření je možné také použít:

- prověření technických výkresů a specifikací,
- ujištění, že jsou dosaženy nutné potřeby návrhu produktu včetně bezporuchovosti,
- potvrzení začlenění do procesu výroby nebo montáže,
- prověření souvisejících FMEA, jednotlivých plánů kontroly a řízení a provozních pokynů.

Navržená doporučení včetně termínů dokončení doporučených opatření se musí zaznamenávat. Jakmile jsou splněna opatření a výsledky jsou zaznamenány, měla by se také zaznamenat aktualizovaná hodnocení závažnosti, výskytu a detekce. [1]

1.12 Identifikace a posuzování rizika

Je důležité, aby organizace a podniky porozuměly nárokům svých zákazníků na posuzování rizika. Posuzování rizika patří mezi jeden z hlavních kroků při postupu metody FMEA, které se musí hodnotit z hlediska tří charakteristik, viz Tabulka č. 2:

Tabulka č. 2 – Posuzování rizika [1]

Posuzování rizika	Vysvětlení
Závažnost (Z)	Posuzování úrovně dopadu poruchy na cílového zákazníka
Výskyt (V)	Vyjadřuje, jak často se může příčina poruchy vyskytnout
Detekce (D)	Posouzení toho, jak dobře nástroje řízení produktu nebo procesu objeví příčinu poruchy nebo způsobu poruchy

V tabulkách č. 3, 4 a 5 jsou uvedena hodnocení, která jsou používána v podniku. Daná hodnocení odpovídají Bosch standardu FMEA metody

Závažnost (Z) – hodnota související s nejzávažnějším důsledkem v případě daného způsobu poruchy. Závažnost je relativní známkování v rámci jednotlivé FMEA. [1]

Tabulka č. 3 – Hodnocení závažnosti dle Bosch standard [17]

známka hodnocení závažnost	Kritéria hodnocení a určení charakteru chyby
S	
10	Mimořádně závažné pochybení <i>Které ohrožuje bezpečnost/nebo dodržování zákonných předpisů bez upozornění</i> <i>Operátoři u montáží mohou být ohroženi bez předchozího ohlášení</i> Způsobení smrtelného zranění osob nebo rozsáhlé škody na majetku
9	Mimořádně závažné pochybení <i>Které ovlivňují bezpečnost a dodržování zákonných předpisů s upozorněním</i> <i>Operátoři u montáží mohou být ohroženi s předstihem</i> Způsobení zranění osob nebo škody na majetku Vysoké finanční škody v důsledku porušení zákonů proti standardům
8	Vážné chyby <i>Selhaní primárních funkcí.</i> <i>100% produktů musí být sešrotováno nebo nesmí být doručeno</i> <i>Nepředvídatelné selhaní primárních funkcí. Spotřebič nemůže být nadále používán a vyžaduje okamžitou návštěvu servis. technika k vyřešení problému.</i>
7	Závažné chyby <i>Funkční schopnost vážně omezená</i> <i>Produkty musí být tříděny a <100% produktu, musí být sešrotováno nebo zrušení dodání nebo prodloužení doby cyklu nebo zvýšení pracovního úsilí. Je požadována okamžitá návštěva servis. technika.</i> Používání není možné: zařízení nemůže být nainstalováno, hlavní fce zařízení nejsou splněny.
6	Střední chyby <i>Funkční schopnost zařízení je omezená v důsledku chyb.</i> <i>100% produktů musí být přepracováno</i> <i>Omezené použití primárních funkcí nebo znepokojující hluk a zvuk. Zákazník vyžaduje opravu během několika týdnů</i> Primární funkce pro tepelné zařízení jsou: centrální topení, domácí horká voda apod. pro klimatizaci: chlazení apod.
5	Střední chyby <i>Funkční schopnost je omezena z důvodu znehodnocení důležitých kontrol a komfortních systémů.</i> <i>Část produkce musí být přepracována</i> <i>Omezené použití vzhledem k selhání podporujících funkcí, nepostihuje primární funkce. Zákazník vyžaduje opravu během několika týdnů</i> Podporující funkce pro topné zařízení jsou: měření tlaku, ECO, komfort, nastavení dovolené, dálkový přístup. POZNÁMKA: pro Dálkový Pokojový Ovladač, dálkový přístup je primární funkce, atd.
4	Střední chyby <i>Mírné funkční zhoršení v řídicích a komfortních systémech</i> <i>Uchycení, vnější vzhled nebo hluk (pištění, klepání) není podle požadavků. Chyby si všimne většina zákazníků (>75%)</i> <i>100% produkce musí být přepracováno ve výrobě před dalším výrobním krokem.</i> <i>Mírné omezení použití podporujících funkcí odchylovících se od specifikací, neovlivňuje to primární funkce. Zákazník vyžaduje opravu během jednoho až několika měsíců.</i> Podporující funkce pro tepelné zařízení jsou: měření tlaku, ECO, komfort, nastavení dovolené, dálkový přístup. POZNÁMKA: pro Dálkový Pokojový Ovladač, dálkový přístup je primární funkce, atd. Vnější vzhled s viditelnými odchylkami (nerovnost, hrany nebo mezery, které by zde být neměly)
3	Nepodstatné chyby <i>Zákazník zaznamenává pouze nepatrné chyby a nejspíš si jen všimne nepatrného zhoršení; průměrný uživatel si všimne</i> <i>Uchycení, vnější vzhled nebo hluk (pištění, klepání) není podle požadavků. Chyby si všimne okolo 50% zákazníků.</i> <i>Část produkce musí být přepracována ve výrobě před dalším výrobním krokem</i> Drobné omezení podporujících funkcí, většina zákazníků si nevšimne Vnější vzhled s těžko postřehnutelnými odchylkami (např. jemné nerovnosti)
2	Velmi nízké pochybení <i>Je velmi nepravděpodobné, že chyba bude mít vliv na chování zařízení. Jen kvalifikovaný personál nebo zkušený uživatel si všimne.</i> <i>Uchycení, vnější vzhled nebo hluk (pištění, klepání) není podle požadavků. Chyby si všimne jen menšina zákazníků (<25%).</i> <i>Proces nebo operace lehce narušen nebo mírné nepříjemnosti provozovatele</i> Drobné odchylky, postřehnutelné jen specialisty.
1	Žádný vliv <i>Žádné znatelné následky</i> <i>Velmi lehká funkční zhoršení rozpoznatelná pouze kvalifikovaným personálem</i> <i>Žádné poznatelné efekty</i>

Výskyt (V) – popisuje pravděpodobnost výskytu příčiny vady v procesu a bere v úvahu daná opatření k zamezení. Při preventivním zpracovávání FMEA se před vykonáním opatření k odhalení odhadne hodnota (V) předpokládaná dle aktuálního stavu poznatků. Na předpoklad výše hodnotících čísel je možné použít znalosti expertů nebo jiné zkušenosti z porovnatelných procesů. K použití opatření k samotnému odhalení v daném procesu a dokazování účinnosti opatření k zamezení se hodnocení (V) potvrdí nebo se provede úprava podle výsledku opatření k odhalení. Jakmile se sledovaná příčina vady vyskytuje s vysokou pravděpodobností (hodnota „10“), pak neexistuje žádné opatření k jejímu zamezení, jelikož není známa jeho účinnost. Pokud se určí hodnota „1“ je nepravděpodobné, že se sledovaná příčina vady vyskytne. [4]

Tabulka č. 4 – Hodnocení výskytu dle Bosch standard [17]

známka hodnocení výskyt	míra poruchovosti	Pravděpodobnost výskytu chyby
10	1/10	Velmi vysoké Je skoro jisté, že příčina selhání / způsob se bude vyskytovat velmi často. Nový výrobní proces bez zkušenosti.
9	1/20	
8	1/50	Vysoké Vysoká možnost selhání, příčina/způsob se vyskytuje opakovaně. Nový výrobní proces sice se zkušenostmi, ale problematickými procesy, výrobními metody/technologie
7	1/100	
6	1/200	Středně Možnost selhání, příčina/způsob se vyskytuje občasně. Nový výrobní proces s přijetím známých procesů / užití známých výrobních metod. Osvědčený postup s pozitivními výrobními zkušenostmi série za změněných podmínek; Srovnatelný s předchozími výrobními procesy známých zařízení / komponentů, které produkují chyby občas.
5	1/500	Středně Možnost selhání, příčina/způsob se vyskytuje občasně. Nový výrobní proces s přijetím známých procesů / užití známých výrobních metod. Osvědčený postup s pozitivními výrobními zkušenostmi série za změněných podmínek; Srovnatelný s předchozími výrobními procesy známých zařízení / komponentů, které produkují chyby občas, ale ne ve velkém množství.
4	1/1000	Středně Možnost selhání, příčina/způsob se vyskytuje občasně. Nový výrobní proces s přijetím známých procesů / užití známých výrobních metod. Osvědčený (série) postup (s dostatečným výnosem) srovnatelných zařízení / komponentů za změněných podmínek, kdy dochází k malým poruchám
3	1/2000	Nízké Výskyt selhání, příčina/způsob je nízký Změny podrobnosti o osvědčených postupech s pozitivními výrobními zkušenostmi série za srovnatelných podmínek - Ještě ne všechny certifikáty k dispozici.
2	1/20.000	Velmi nízké Výskyt selhání, příčina/způsob je velmi nízký Změny podrobnosti o osvědčených postupech s pozitivními výrobními zkušenostmi série za srovnatelných podmínek a zajištění procesů automaticky, instalace apod. nebo ověření strojové kapacity.
1	1/1.000.000	Nepravděpodobné Výskyt selhání, příčina/způsob je nepravděpodobný nebo zcela vyloučený. Nový proces pod změněnými podmínkami s pozitivní kompletní strojovou kapacitou / test kapacity. Osvědčený postup s pozitivními výrobními zkušenostmi série za změněných podmínek na srovnatelném zařízení. Selhání je vyloučeno díky efektivní prevenci. Nesprávné namontování není možné.

Detekce (D) – je relativní ohodnocení s možnou odhalitelností vady nebo její příčiny stávajícími způsoby s optimálním nástrojem řízení detekce zobrazeným v příslušném sloupci pro nástroje řízení detekce. Detekce je v rámci subjektu jednotlivé FMEA relativním ohodnocením. Pro dosažení nižšího čísla hodnocení, se musí jednoduše vylepšit plánovaný nástroj řízení detekce. [1]

Tabulka č. 5 – Hodnocení detekce dle Bosch standard [17]

známka hodnocení detekce	Pravděpodobnost odhalení
D	
10	Žádné Žádné detekované opatření. Žádná známá testovací metoda dostupná nebo aplikovatelná
9	Velmi nízké Testovací metoda není kvalifikovaná k detekci charakteristického selhání. Ruční kontrola (montáž pod omítkou) Malá velikost testovacích vzorků
8	Velmi nízké Testovací metoda je nejistá nebo se žádnou zkušeností s dostupnou testovací metodou. Ruční kontrola Malá velikost testovacích vzorků
7	Nízké Manuální testovací metoda, vizuální testování, případně s měřicím zařízením 100% vizuální inspekce (specifikováno na pracovním listu a procesní mapě)
6	Nízké Testovací metoda ještě není prokázána nebo malá zkušenost s definováním testovací metody. Manuální testovací metoda, 100% aktivní vizuální inspekce (specifikováno na pracovním listu a procesní mapě) s potvrzením od pracovníka, s možným měřením nebo zařízením.
5	Středně Automaticky prokázána testovací metoda od srovnatelných procesů po nové operace / všeobecné podmínky. Odstranění od procesů selhané montáže není prosazován testovací stanicí.
4	Středně Automaticky prokázána testovací metoda od srovnatelných procesů po nové operace / všeobecné podmínky. Odstranění od procesů selhané montáže musí být přípustěné manuálně do testovací stanice
3	Vysoká Vysoká možnost detekování selhání mechanismu používající prokázanou testovací metodu. Automaticky prokázána testovací metoda od porovnatelných procesů. Odstranění od procesů selhané montáže je prosazován testovací stanicí. (např. OPCON)
2	Vysoká Prokázána testovací metoda. Odstranění od procesů selhané montáže je prosazován testovací stanicí. (např. OPCON) Zřejmé selhání charakteristiky, okamžitě viditelné, nápadné
1	Jisté Je jisté, že selhání bude detekováno. Další montáž/procesní krok nemůže být kompletní s vadnou podsestavou

1.13 Určování priorit opatření

Poté co FMEA tým ukončil prvotní identifikaci způsobů a důsledků poruch, příčin a nástrojů řízení, také ohodnocení známkami z hlediska závažnosti, výskytu a detekce, musí určit, zda je potřeba další úsilí ke snížení popřípadě k odstranění rizika. Následně si tým musí zvolit, jak bude priority těchto určených úsilí co nejlépe stanovovat, ale s ohledem na vlastní omezení zdrojů, času, technologie a dalších faktorů.

Primární zaměření FMEA týmu by mělo být orientováno na způsoby poruch s nejvyššími známkami hodnocení závažnosti. Je naprosto nezbytné, aby tento tým zajistil řešení daného rizika pomocí nástrojů řízení pro už vytvořený návrh nebo doporučil opatření, a to jakmile je známka hodnocení pro závažnost 9 nebo 10.

Pokud je známka hodnocení závažnosti 8 nebo nižší v případě způsobů poruch, měl by se tým zabírat příčinami, které mají nejvyšší známku ohodnocení detekce nebo výskytu. Hlavní odpovědností FMEA týmu je posuzování souvisejících informací, aby rozhodoval o přístupu a určil, jak nejlépe určovat priority úsilí ke snižování rizik, které budou co nejvíce prospěšné jejich organizaci a cílovým zákazníkům. [1]

1.14 Ukazatel priority rizika (RPN)

Jedna z možností stanovování priorit opatření je použití ukazatele priority rizika (RPN - Risk Priority Number). Ukazatel RPN může být užitečným nástrojem používaný FMEA týmem při tvorbě FMEA procesu nebo produktu.

$$\text{RPN} = \text{Z} \times \text{V} \times \text{D} \quad (1) \quad [1]$$

Při užívání prahové hodnoty RPN neexistuje jeden doporučený postup pro určení potřeby přijímat opatření. Aplikováním prahových hodnot se předpokládá, že hodnoty RPN jsou měřítkem relativního rizika (často jím nejsou) a že opakované zlepšování není potřebné (naopak je potřebné). [4]

1.15 Sestavení týmu FMEA

Metodu FMEA nemůže vytvářet jednotlivec (expert), protože při tvorbě metody FMEA spolu musí spolupracovat více oddělení podniku. Proto se musí sestavit FMEA tým, který se bude skládat z odborníků z oddělení kvality, oddělení vývoje a z oddělení technologie.

Tento základní FMEA tým musí včetně FMEA moderátora zahrnovat pro určitý rozsah FMEA důležité, kompetentní spolupracovníky ze zainteresovaných útvarů organizace, dále pak z vývoje projektu, plánování, konstrukce, plánování výrobních procesů, zkoušek, přípravy výroby, výroby vzorků, výroby, plánování zkoušek a management kvality.

Podle potřeby je možné využít další experty v organizace, například z laboratoře, servisu, právní oddělení zákazníka nebo dodavatele. [4]

Tabulka č. 6 – FMEA tým [4]

FMEA TÝM	KRITÉRIA
FMEA moderátor	Oprávnění v oblasti metody FMEA
	Sociální kompetence a dovednosti týmové spolupráce
	Oprávnění v moderaci, přesvědčovací schopnosti, vystupování, organizační talent
Ostatní členové týmu	Základní vědomosti metody FMEA
	Odborné vědomosti pro zkoumané položky FMEA

1.16 Vedení a jejich odpovědnost

Návrhem způsobu zpracování FMEA disponuje vedení organizace, které má závěrečnou odpovědnost za volbu a užití zdrojů a také za zabezpečení efektivního procesu managementu rizik včetně časového plánu.

Dále má vedení na starosti poskytování přímé podpory FMEA týmu a to formou postupného přezkoumávání, eliminování překážek a včleňování získaných poznatků. [1]

1.17 Podpůrné prostředky

K podpůrným prostředkům dokumentace FMEA, slouží nástroje FMEA, archivace, aktualizace a také rozšiřování informací během aplikování FMEA.

Metody: [4]

- kontrolní seznamy (checklisty),
- matice rizik,
- Myšlenkové mapy (mindmapping),
- brainstorming,
- stromový diagram a další.

Stromový diagram

Stromový diagram popisuje tok produktu daným procesem a to od počátečního vstupu po konečný výstup. Měl by obsahovat související výstupy (nové produkty, charakteristiky produktu, požadavky na produkt) a vstupy (zdroje variability, charakter procesu atd.). Také by měl zahrnovat každý postup v rámci montážního nebo výrobního procesu. Počáteční vývojový diagram je vlastně rámcová mapa daného procesu, která pro identifikování možných způsobů poruch vyžaduje detailnější rozbor. [1]

Diplomová práce, jejímž hlavním záměrem je navrhnout opatření k prevenci vzniku vad při výrobě kotlového zásobníku tak, aby byl zajištěn v podniku Bosch Termotechnika plynulý a bezproblémový chod výrobního procesu. V následující kapitole bude nejprve uvedena základní charakteristika podniku a zpracovány informace týkající se daného produktu a procesu jeho výroby.

2 Charakteristika podniku a procesu výroby

2.1 Charakteristika podniku

Společnost Bosch Termotechnika Krnov s. r. o. (dále jen Bosch Termotechnika) je největším výrobcem techniky pro vytápění a ohřev vody na světě.

V oblasti tepelné techniky zahrnuje Bosch Termotechnika Česká republika značky Buderus, Dakon, Junkers a Bosch. S produktovým portfoliem zahrnujícím stacionární kotle, včetně elektrokotlů a plynových kotlů, nabízí Bosch Termotechnika perspektivní a energeticky účinná řešení slučitelná s životním prostředím.

Výrobní závody Bosch Termotechnika se nachází v Krnově a Městě Albrechtice. [5]

Tabulka č. 7 - Historie společnosti Bosch Termotechnika [5]

ROK	UDÁLOST
1949	Vznik firmy Dakon, která sdružovala několik provozoven z různých oborů. Mimo teplovodní kotle podnik vyráběl unifikované ocelové konstrukce, hřídelové klouby a zařízení pro stavebnictví.
1965	Vývoj teplovodních kotlů do 30 kW.
1968	Zahájení výroby univerzálních teplovodních kotlů do 50 kW.
1969	Zahájení výroby plynových a naftových hořáků.
1970	Dakon je největším výrobcem univerzálních teplovodních kotlů na pevná paliva, plyn a topné oleje s roční produkcí 20 – 30 tisíc kusů.
1980	Zahájení výroby elektroakumulačních systémů pro vytápění.
1987	Zahájení výroby plynových stacionárních kotlů.
1992	Zahájení výroby přímotopných elektrokotlů PTE.
1994	Zahájení výroby nástěnných plynových kotlů DUA.
1998	Zahájení výroby litinových plynových kotlů GL EKO.
2002	Zahájení výroby litinových kotlů na pevná paliva FB.
2003	Zahájení výroby nové řady nástěnných plynových kotlů Dua Plus. Během listopadu 2003 získala majoritní podíl ve společnosti Dakon firma Buderus Heiztechnik GmbH. Tímto se stal Dakon členem největšího topenářského koncernu v Evropě.
2006	Zahájení výroby litinového pyrolytického kotle Damat Pyro G a uvedení na trh nového plynového kotle Dagas 01.
2007	Uvedení na trh nových moderních plynových kotlů Dagas 02 a Dagas Plus 03. V lednu 2007 došlo k transformaci společnosti Dakon s. r. o. na společnost BBT Thermotechnology CZ s.r.o. Sídlo společnosti se přestěhovalo do Prahy, v Krnově a v Albrechticích zůstávají výrobní závody.
2008	Dochází k přejmenování společnosti BBT Thermotechnology GmbH na Bosch Thermotechnology GmbH, v České republice na Bosch Termotechnika s.r.o.
2012	Zahájení výroby nové řady stacionárních kotlů FB 2 a DOR F na tuhá paliva a nové řady zplynovacích kotlů KP Pyro F.
2013	Zahájení výroby prvního kotle značky Dakon s automatickým přikládáním FB2 Automat.

Plán budov – Layout rozmístění budov podniku

Podnik Bosch Termotechnika Česká republika má dva výrobní závody v Krnově a ve Městě Albrechtice.

Schéma č. 1 – Plán budov - závod Město Albrechtice [17]

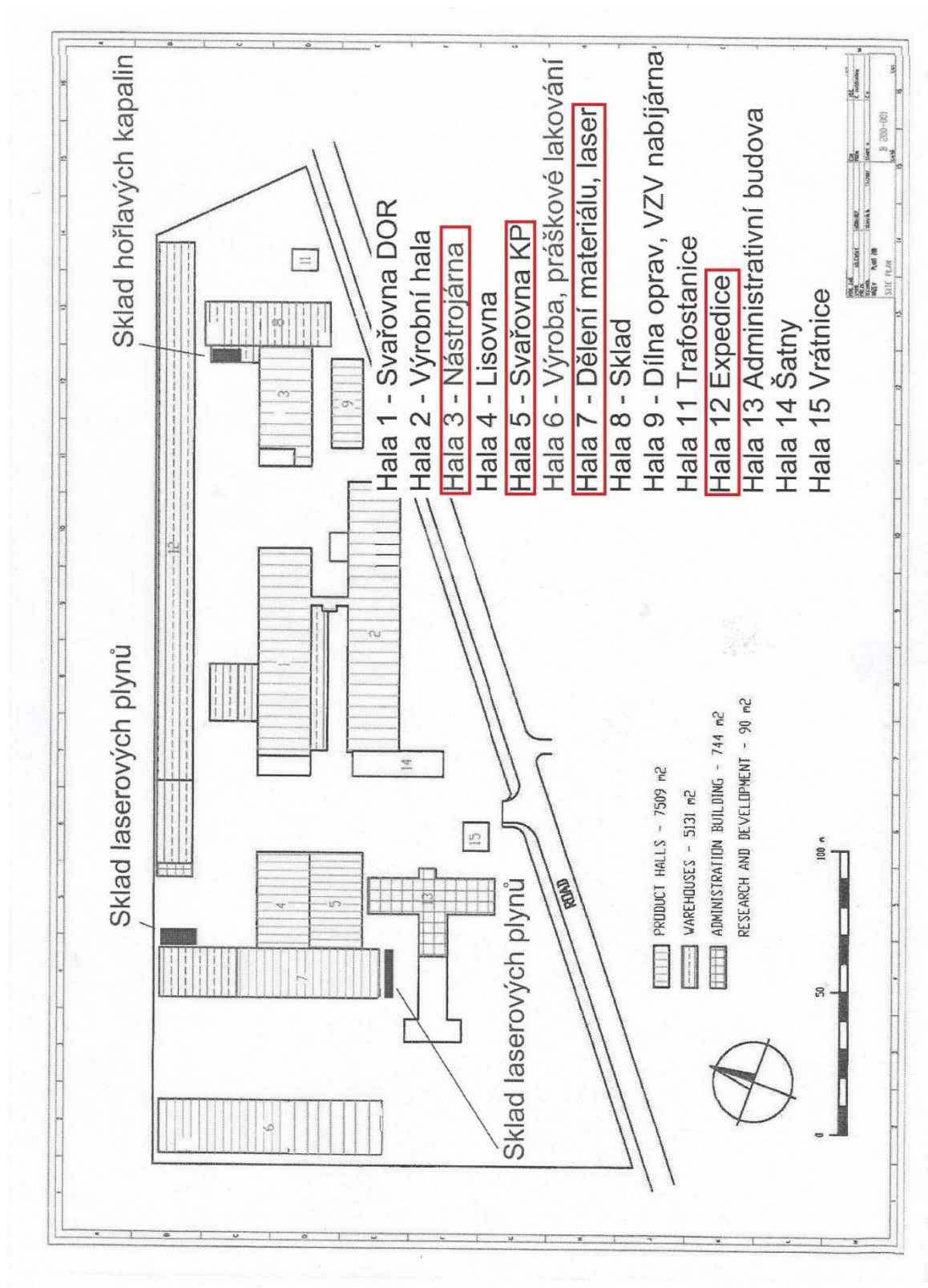
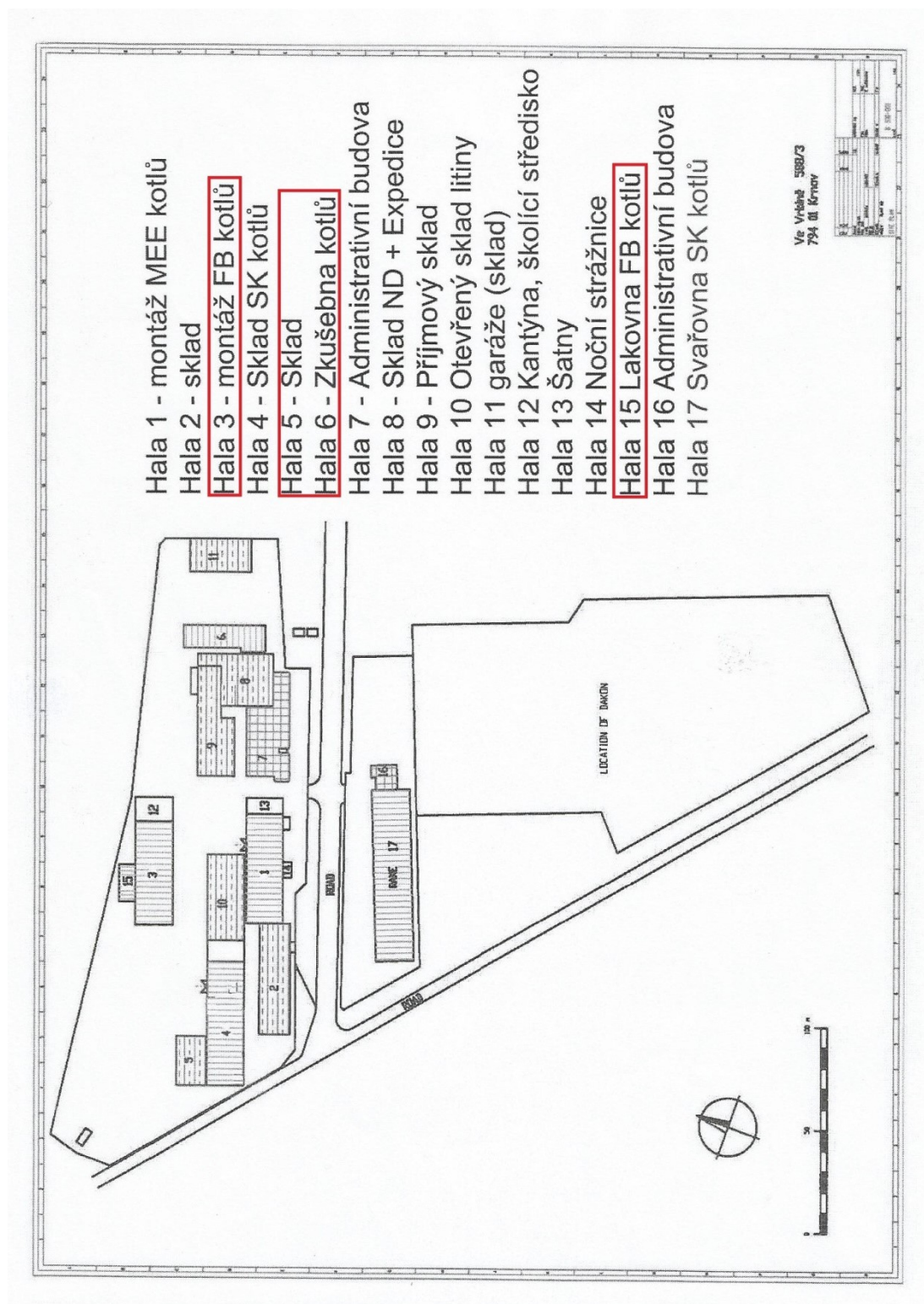


Schéma č. 2 – Plán budov – závod Krnov [17]



Červeně vyznačené haly v plánu, jsou místa, kde probíhá výroba kotlového zásobníku. V závodu Albrechtice je to nástrojárna, svařovna, dělení materiálu – laser a expedice. V závodu Krnov je to montáž, sklad, zkušebna kotlů a lakovna kotlů.

Organizační struktura je liniově – štábní.

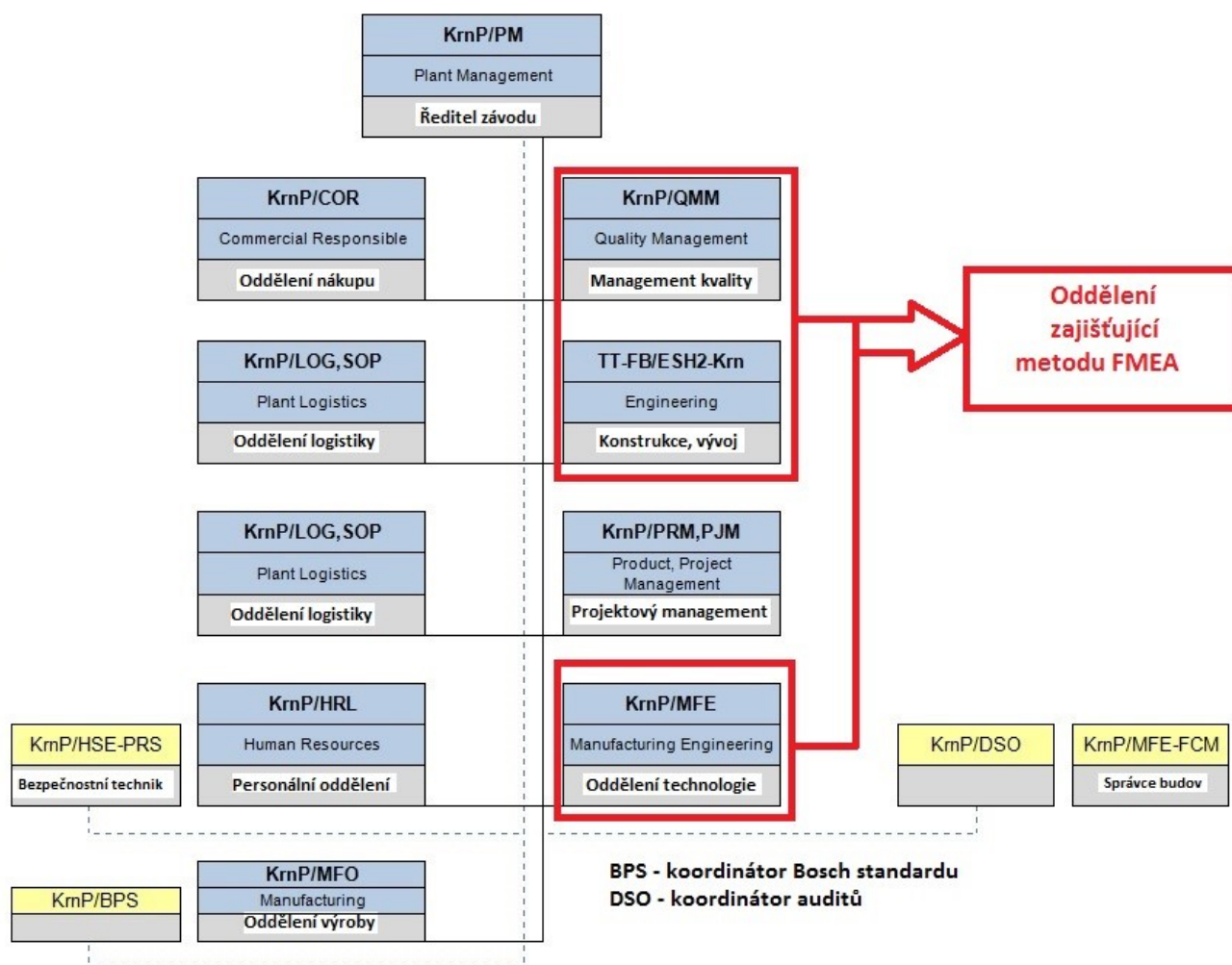


Schéma č. 3 – Organizační struktura Bosch Termotechnika s. r. o. [17]

V organizační struktuře je vidět, která oddělení se zabývají tvorbou metody FMEA, jsou to červeně označená oddělení – Management kvality, konstrukce a vývoj, oddělení technologie. Přerušovaná bleděmodrá čára znamená, že bezpečnostní technik (HSE) je disciplinárně podřízen personálnímu oddělení (HRL), ale úkoly zadává ředitel závodu (PM), tj. nejvyšší vedení.

Produkty

- univerzální stacionární ocelové kotle na tuhá paliva v rozsahu výkonu 12 – 45 kW
- pyrolytické kotle na dřevo v rozsahu 18 – 38 kW
- průmyslové kotle na plyn/topný olej 120 – 1850 kW
- nástěnné elektrokotle v rozsahu 4 – 60 kW
- Značky: Dakon, Bosch, Junkers, **Buderus** [5]

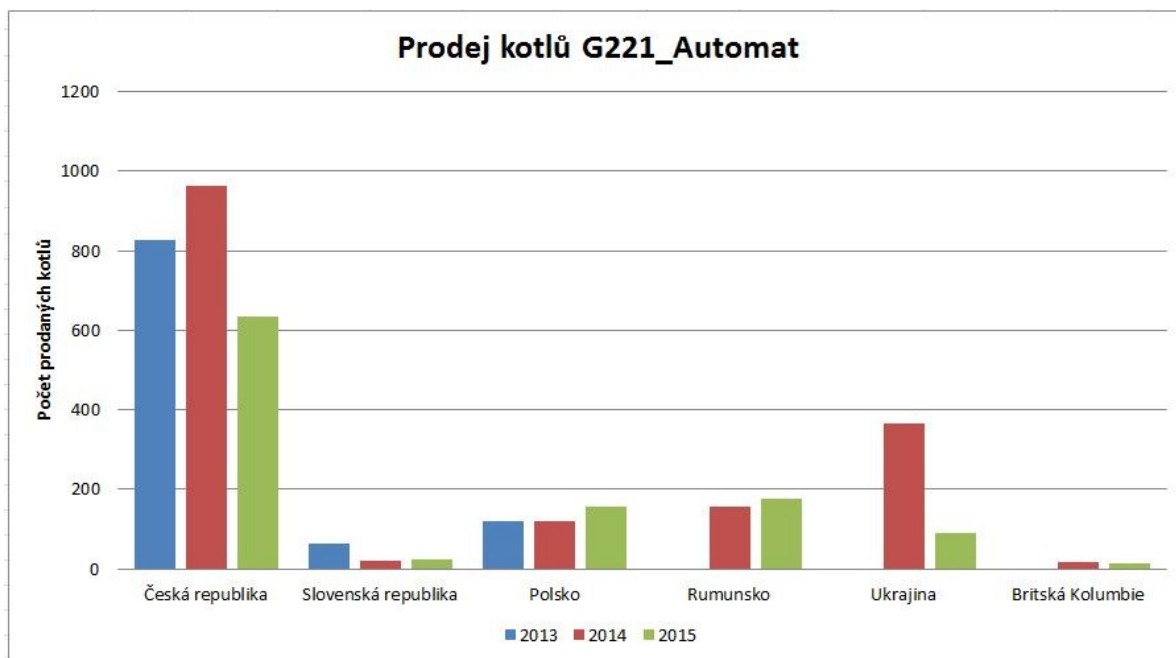
Prodej kotle Buderus Logano G221_Automat za rok 2013 a 2014

V následujících tabulkách a grafech je zobrazen prodej kotle G221_Automat za rok 2013, 2014 a výhled na rok 2015. Prodej probíhá do zemí, jako je Česká republika, Slovenská republika, Polsko, Rumunsko, Ukrajina a Britská Kolumbie.

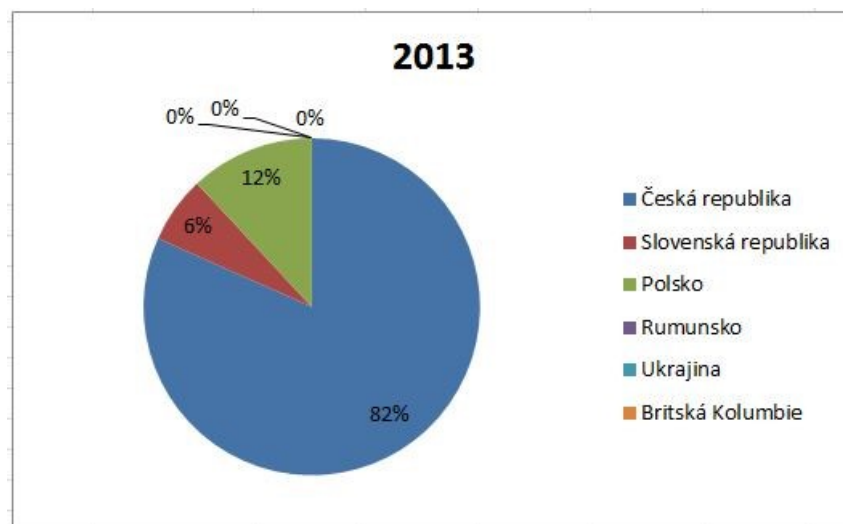
Výroba je zavedena od května roku 2013. Nejvíce kotlů G221_A se prodalo v roce 2014 v České republice – 963 kusů, dále pak na Ukrajinu v roce 2013 – 365 kusů a do Rumunska se prodalo v roce 2014 celkem 158 kusů. V roce 2014 bylo prodáno o 631 kusů kotlů více než v předchozím období (v roce 2013). Výhled prodeje do těchto zemí na rok 2015 činí celkem 1095 kusů.

Tabulka č. 8 – Prodej kotle G221_Automat v jednotlivých letech [17]

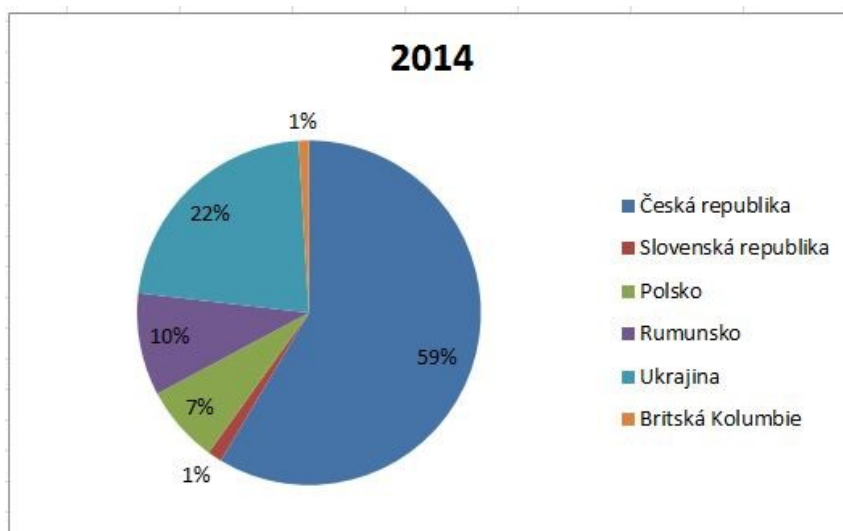
G221_Automat	2013	2014	2015
Česká republika	827	963	634
Slovenská republika	65	22	23
Polsko	121	120	157
Rumunsko	0	158	176
Ukrajina	0	365	90
Britská Kolumbie	0	16	15
Celkem	1013	1644	1095



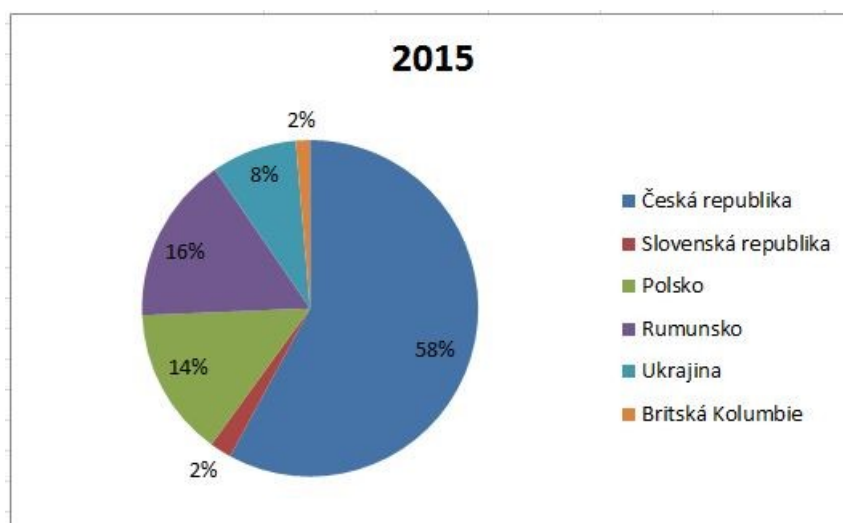
Graf č. 1 – Přehled prodeje kotlů G221_Automat



Graf č. 2 – Přehled prodeje kotle G221_A za rok 2013



Graf č. 3 - Přehled prodeje kotle G221_A za rok 2014



Graf č. 4 – Výhled na prodej kotle G221_A v roce 2015

Konkurence

Podnik ATMOS je česká firma a v současnosti jeden z největších evropských výrobců kotlů na tuhá paliva. Viadrus a. s. - stěžejními prvky nabídky VIADRUS jsou litinové kotle na tuhá paliva, plynové a olejové kotle s litinovým výměníkem a litinové radiátory. [6, 7]

Dodavatelé

FERONA a. s. je obchodní organizace, zabývající se nákupem, skladováním, úpravou a prodejem hutních výrobků, hutních druhovýrobků, železářského sortimentu a neželezných kovů na bázi velkoobchodu. ALFUN a. s. nabízí svým zákazníkům široký sortiment plechů a pásů, vyrobených z hliníku, oceli, pozinkované oceli, nerez a mědi. [8, 9]

Odběratelé kotlů, které vyrábí Bosch Termotechnika

Belgie, Maďarsko, Polsko, Francie, Portugalsko, Slovensko, Španělsko, Turecko, Ukrajina, Rakousko, Lotyšsko, Litva, Bulharsko, Bosna a Hercegovina, Chorvatsko, Řecko, Rumunsko, Srbsko, Estonsko, Arménie, Turkmenistán, Slovinsko, Česká republika, Mexiko, Chile, Brazílie, Rusko, Kazachstán, Bělorusko, Čína, Německo, Kolumbie, Alžír. [17]

SWOT analýza

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
Silná pozice na trhu	Vysoké náklady
Slavná historie a tradice	Málo prodejních služeb
Zákaznická báze	Nedostatek reklamy především u spotřebního zboží
Vlastní financování	
Široká nabídka	
Specifické druhy zboží	
Silný vědecko-technický rozvoj	
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
Vývoz do zahraničí	Silná konkurence
Možnosti financování cizím kapitálem	Rychlejší růst hlavních konkurentů
Rychlý růst asijských trhu	Transparentní prostředí – zákazníci mohou jednoduše porovnávat nabídky
	Měnové kurzy
	Dluhová krize
	Krach eurozóny

Obrázek č. 1 – SWOT analýza [10]

Marketingová a organizační strategie

Dlouhodobá produktová strategie společnosti byla nasměrována tak, aby výrobní závod Krnov mohl jednat o rozšíření další produkce v oblasti tuhých paliv především na východoevropské trhy. Rozšířením portfolia zákazníků východoevropských trhů by umožnilo zvyšování výrobní kapacity, čímž by se zajistilo maximální využití výrobního závodu. [10]

Vývoj podniku v roce 2013

Podle predikce budoucího vývoje zveřejněné MF ČR se reálný HDP ve 3. čtvrtletí 2013 mezičtvrtletní zvýšil o 0,2%, v meziročním srovnání však ještě klesal. MF ČR odhaduje, že ožívování ekonomické aktivity pokračovalo i v závěru loňského roku. Přesto se HDP za celý rok 2013 pravděpodobně snížil o 1,4 %, a to zejména kvůli propadu investic do fixního kapitálu. [19]

V letošním roce by však ekonomika při kladném příspěvku domácí poptávky i zahraničního obchodu mohla vzrůst o 1,4 %. V roce 2015 by se růst HDP mohl zrychlit na 2,0 %.

V roce 2014 bude pokračovat státní dotační program Nová zelená úsporám se zaměřením na snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů, na výstavbu rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností a na efektivní využití zdrojů.

Obchodní oddělení společnosti intenzivně pracovala na budoucích zakázkách, a pro rok 2014 je již uzavřeno několik významných obchodů. Současné se budou snažit získat další k dosažení co nejvyššího objemu a kvality uzavíraných obchodů v návaznosti na zachování úrovně kvalitativních ukazatelů, zejména zisku.

Ekonomické výsledky společnosti za rok 2013 spolu se zvyšující se kvalitou poskytovaných služeb, dlouhodobá spolupráce se stálými zákazníky a navazování kontaktů s novými, to vše dává předpoklad pro zachování stabilní pozice společnosti Bosch Termotechnika s.r.o. a její konkurenceschopnosti na českém trhu také v následujících letech. [10, 11]

Výdaje na oblast výzkumu a vývoje

Společnost v roce 2013 investovala do oblasti výzkumu a vývoje 29,6 mil. Kč. V roce 2012 investovala do oblasti výzkumu 31 miliónů korun. Výrobní program se rozšířil o kotle s automatickým podáváním pevných paliv (v třídě 3, vyhovující nové legislativní úpravě ochrany ovzduší v ČR), litinové plynové kotle pro střední a východní Evropu, průmyslové kotle SK byly přepracovány na ALUSTUCO design.

Rok 2013 byl náročným a složitým rokem jak na českém trhu, tak v celé Evropě. Kromě toho devalvace české měny ve čtvrtém čtvrtletí zvýšila nejistotu a neočekávané vlivy působící na některé společnosti. Na domácím trhu byl pak hnací silou prodej průmyslových kotlů pod značkou Bosch.

Značky Dakon a Buderus vykázaly mírný růst prodeje v porovnání s rokem 2012, a to nejen díky kotlům na tuhá paliva a novému uvedenému kotli s automatickým příkladačem FB2 Automat/ G221 Automatic (vyráběnému v Krnově), ale také nabídce plynových kotlů. Viz předešlé grafy prodeje G221_Automat (Graf č. 1 – 4).

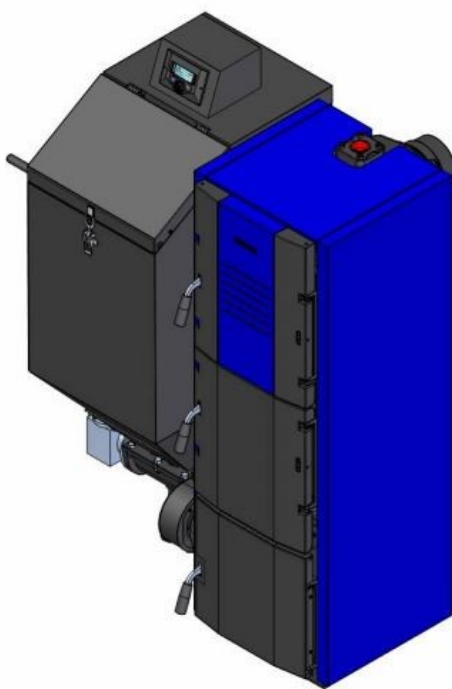
Ve výrobním závodě v Krnově a v Městě Albrechtice došlo na efektivní zdokonalování výrobních procesů, jež vedlo ke zvýšení kvalit. Export společnosti pak směřoval především do střední a východní Evropy. [10, 11]

2.2 Analýzy týkající se vybraného produktu pro FMEA procesu

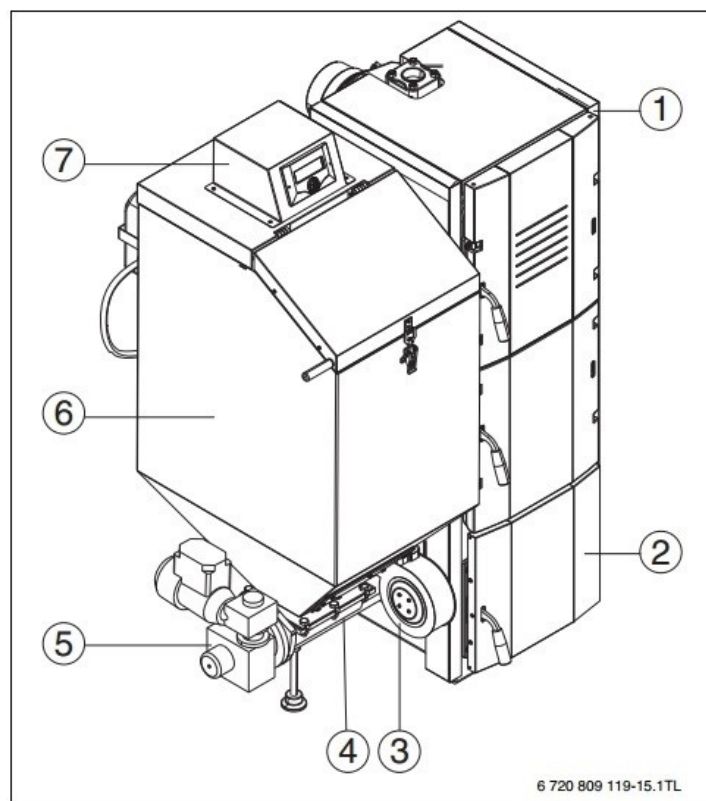
Diplomová práce řeší FMEA procesu výroby kotlového zásobníku, který je součástí kotle Buderus Logano G221_Automat.

2.2.1 Kotel Buderus Logano G221_Automat

Kotel pracuje v automatickém provozu s automatickým přísunem paliva k hořáku. Přisun paliva a spalovací proces jsou řízeny regulací na základě teploty kotle a teploty spalín. Opláštění kotle je vyplněné izolačním materiálem, který tak snižuje ztráty způsobené sáláním a udržováním kotle v pohotovostním stavu. Kotel je podle ČSN EN 303-5: 2013 určen pro systém s možností rychlého vypnutí. Systém je vybaven bezpečnostním omezovačem teploty, který přeruší přívod paliva a vzduchu do kotle. Kotel nemusí být vybaven bezpečnostním výměníkem tepla. [3]



Obrázek č. 2 – Kotel Buderus Logano G221_Automat [3]



Obrázek č. 3 – Konstrukční uspořádání automatického kotle Buderus [2]

Legenda [2]:

- 1 – Výměník tepla
- 2 – Spalovací prostor s nádobou na popel
- 3 – Ventilátor
- 4 – Čidlo teploty šnekového dopravníku
- 5 – Hořáková jednotka
- 6 – **Kotlový zásobník** (oblast řešení diplomové práce)
- 7 – Regulační přístroj

Kotlový zásobník (zásobník paliva)

Kotlový zásobník je vyroben z plechu a přírubou je připojena na hořák. Obsah zásobníku vystačí při jmenovitém výkonu kotle asi na 30 provozních hodin. Zásobník paliva musí být těsný. Otevření víka zásobníku je dovoleno pouze pro doplňování. Čas doplňování musí být co nejkratší. Zásobník je opatřen čidlem víka. Čidlo víka hlídá otevření víka. Je-li víko zásobní nádoby otevřené, provoz kotle se zastaví, vypne se ventilátor a podávání paliva. Držák čidla víka je nastavitelný. [2]

2.2.2 Charakteristika strojů

V průběhu výrobního procesu jsou využívány stroje, zařízení a nářadí, viz dále, jejichž stav může rovněž významně ovlivnit vznik potenciální poruchy.

Ohraňovací lis TruBend 5000 – Produktivní univerzální stroj

TruBend série 5000 je všestranný ohraňovací lis. Díky až šesti CNC řízeným osám zadního dorazu zvládne téměř každý případ. Čtyřválcová technika pohonu snižuje prohýbání lisovacího beranu a zvyšuje díky své ploché konstrukci volný prostor pro ohraňování. Společně s CNC řízeným bombírovacím zařízením je základem přesného výsledku ohýbání. Systém měření úhlů ACB se již od prvního dílu zajišťuje precizní úhly ohybů. [12]

Tabulka č. 9 – Technické parametry ohraňovacího lisu TruBend [12]

	TruBend 5085
Lisovací síla	850 kN
Ohraňovací délka	2210 mm
Ohraňovací délka pro zvětšené provedení	2720 mm
Užitečná montážní výška	385 mm
Užitečná montážní výška pro zvětšené provedení	615 mm
Vyložení	420 mm
Zrychlený chod	220 mm/s
Max. pracovní rychlost	10 - 20 mm/s
Řízení	3D grafika, dotyková obrazovka



Obrázek č. 4 – Ohraňovací lis – TruBend[12]

Vysekávací laserový stroj od firmy TRUMPF TruMatic 3000

TruMatic 3000 fiber patří mezi kombinované stroje. Propojuje totiž v jednom systému hned tři technologie: řezání laserem, sváření laserem a vysekávání. Jeho výhody jsou:

- Nízké náklady díky optimálnímu vytížení laseru.
- Energeticky efektivní pevnolátkový laser.
- Kompaktní a flexibilní instalace v síti Laser Network.
- Vysoká kvalita dílů a hospodárnost při obrábění tenkého plechu. [13]

Tabulka č. 10 – Technické parametry laseru TruMatic 3000fiber [13]

	TruMatic 3000fiber
Vysekávací provoz	2500 x 1250 mm
Laserový provoz	2500 x 1250 mm
Kombinovaný provoz	2175 mm x 1250 mm
Max. tloušťka plechu	4 mm
Výkon laseru	3000 W



Obrázek č. 5 – Laser TruMatic 3000fiber [13]

Laser Bystronic – TYP Bystar

Laser vysokého výkonu pro hospodárné zpracování plechů velkých tloušťek. Pracovní prostor stroje je plně přístupný jak při zpracování plochého plechu, tak i při zpracování trubek a profilů. Jednoduché vkládání a vykládání dílů z pracovního prostoru i výměnného stolu. Čistý výhled na celou pracovní plochu, i během procesu řezání. [14]



Obrázek č. 6 – Laser Bystar [14]

Svařovací zdroj MIG 5002c

MIG 5002c je profesionální a robustní spínavý konvertorový napájecí zdroj určený pro náročné provozy. Je určen pro svařování MIG/MAG a MMA, výběr funkcí je ovládán z podavače drátu s panely OrigoTM MA23, OrigoTM MA24 nebo AristoTM U6. Dobře osvědčená technologie spolu se softwarem vyvinutým firmou ESAB zajišťují vysokou spolehlivost a vynikající svařovací výkon. TrueArcVoltageTM System, v kombinaci s hořákem ESAB PSFTM zajišťují, svařování požadovaným napětím bez závislosti na kolísání napětí v síti nebo ztrátách a rušení v kabelech. [15]



Obrázek č. 7 – Svařovací zdroj MIG 5002c [15]

Úhlová bruska Bosch GWS 7-115 Professional

Úhlová bruska je ruční pracovní nářadí poháněné elektrickým motorem. Úhlové brusky Bosch přesvědčí výkonností a snadnou ovladatelností – speciálně pro nepřetržitou práci. Ochrana proti opětovnému zapnutí a stop zpětného rázu zajišťuje bezpečnost. [16]

Tabulka č. 11 – Technické parametry úhlové brusky [16]


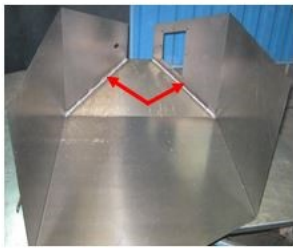






Obrázek č. 8 – Úhlová bruska Bosch [16]

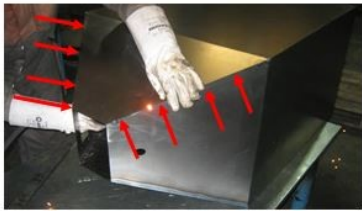
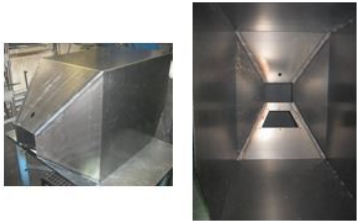

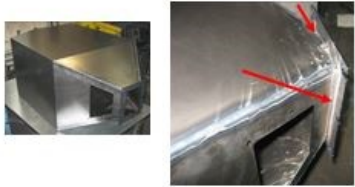



Úhlová bruska GWS 7 - 115 professional	
Jmenovitý příkon	720 W
Volnoběžné otáčky	11 000 ot/min
Výstupní výkon	300 W
Závit hřídele brusky	M 14
Průměr kotouče	115 mm
Průměr gumového brusného talíře	115 mm
Hmotnost	1,9 kg

2.2.3 Technologický postup výroby kotlového zásobníku






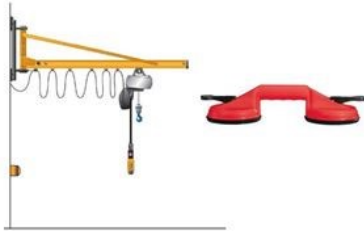
Tabulka č. 12 – Technologický postup výroby kotlového zásobníku

Číslo operace	Operace	Popis - schéma	Nástroj/zařízení
1	Omést svařovací stůl od nečistot a položit na něj pomocí jeřábu a přísavky plášť zásobníku. Bodovat kužel z vnitřní strany zásobníku.		Smeták /Svářečka MIG 5002c
2	Otočit zásobník a svařit.		Svářečka MIG 5002c
3	Vložit do zásobníku přípravek.		Přípravek
4	Ustavit stěnu zásobníku na přípravek mezi stěny pláště zásobníku.		Přípravek
5	Z vnitřní strany bodově svařovat stěnu zásobníku v místech dle schéma. Stěna musí být umístěna mezi pláštěm zásobníku v rovině. Po provedení bodových svarů vyjmout přípravek		Svářečka MIG 5002c
6	Svěrkou připevnit plášť a stěnu zásobníku tak, aby byly v rovině. Zhotovit bodové svary z vnitřní strany zásobníku po celé délce stěny (bez kužele).		Svěrky /Svářečka MIG 5002c

Tabulka č. 13 – Technologický postup výroby kotlového zásobníku - pokračování

Číslo operace	Operace	Popis - schéma	Nástroj/zařízení
7	Otočit zásobník a zhotovit bodové svary na kuželu tak, aby byla stěna zásobníku mezi pláštěm v rovině.		Svářečka MIG 5002c
8	Otočit zásobník a svařit stěny na kuželu.		Svářečka MIG 5002c
9	Otočit zásobník. Přiložit přírubu zásobníku přesně podél hran a bodovat přírubu zásobníku na všech stranách.		Svářečka MIG 5002c
10	Otočit zásobník. Na stranách, kde má příruba výřezy zhotovit svar.		Svářečka MIG 5002c
11	Takto vyhotovený dílec přesunout pomocí jeřábu s přísavkou na dřevěnou paletu a přesunout na místo určené k odkládání zásobníku.		jeřáb
12	Omést svařovací stůl a přesunout zásobník na stůl pomocí jeřábu s přísavkou do polohy dle schéma. Pomocí přípravku ustavit trubku zhášecího zařízení a bodově svařit. Vyjmout přípravek.		Smeták /Svářečka MIG 5002c /přípravek
13	Přivařit trubku zhášecího zařízení dle schéma a zhotovit zbývající dva (2) koutové svary na přírubě.		Svářečka MIG 5002c

Tabulka č. 14 – Technologický postup výroby kotlového zásobníku - pokračování

Číslo operace	Operace	Popis - schéma	Nástroj/zařízení
14	Zhotovit zbývající koutové svary uvnitř zásobníku.		Svářečka MIG 5002c
15	Ustavit stěnu zásobníku horní do zámků a bodově svařit.		Svářečka MIG 5002c
16	Zavařit všechny zámky.		Svářečka MIG 5002c
17	Zhotovit koutový svar po obvodu stěny zásobníku horní.		Svářečka MIG 5002c
18	Obrousit brusným kotoučem všechny svary zámků a nerovnosti do roviny. Následně vyleštit leštícím kotoučem.		Úhlová bruska
19	Pomocí jeřábu a přísavky přesunout vyhotovený dílec na dřevěnou paletu a převést na místo určené k odkládání zásobníku.		Jeřáb s přísavkou

3 Analýza vad vznikajících při procesu výroby kotlového zásobníku

Analýza vad je prováděna za období roků 2013 a 2014, viz tabulky, č. 15 až 18. Během těchto dvou období došlo k těmto nejčastějším vadám, např. chyba řídicí jednotky, chyba na ventilátoru, vada na šamotové desce. Během roku 2014 bylo nahlášeno celkem 50 vad u kotle, což bylo o 40 více než v předcházejícím roce 2013. Co se týče reklamací, šlo nejvíc o chybějící díl po dodání kotle k zákazníkovi.

Tabulka č. 15 – Vady kotle G221_A za rok 2013 [17]

Datum doručení	Země	Značka	Vady, které se vyskytli	Datum Opravy
22.10.2013	CZ	Bu	Vada na ventilátoru	22.10.2013
18.11.2013	CZ	Bu	Chyba řídicí jednotky	18.11.2013
19.11.2013	CZ	Bu	Chyba řídicí jednotky	19.11.2013
21.11.2013	CZ	Da	Chyba řídicí jednotky	21.11.2013
4.12.2013	CZ	Da	Vada na elektrickém motoru	4.12.2013
12.12.2013	CZ	Bu	Chyba na konektoru potrubí palivové nádrže	12.12.2013
18.12.2013	CZ	Bu	Chyba řídicí jednotky	18.12.2013
23.12.2013	CZ	Da	Chyba řídicí jednotky	23.12.2013
26.11.2013	CZ	Da	Chyba řídicí jednotky	26.11.2013

Tabulka č. 16 – Reklamace kotle G221_A za rok 2013 [17]

Fáze příjmu reklamace			Fáze ověření	Fáze uzavření reklamace	
Datum příjmu	Datum ukončení	Kdo reklamuje	Důvod reklamace	Rozhodnutí o reklamaci	Rozhodnutí o reklamaci
27.5.2013	3.6.2013	INTERCON	netěsnost KT	nahradni plneni	Uznano
17.9.2013	17.10.2013	RB, s.r.o. - SK	nelze otočit dveře	nahradni plneni	Uznano

Tabulka č. 17 – Vady kotle G221_A za rok 2014 [17]

Datum doručení	Země	Značka	Vady, které se vyskytly	Datum Opravy
9.1.2014	CZ	Bu	Chyba řídící jednotky	9.1.2014
20.1.2014	CZ	Bu	Chyba řídící jednotky	20.1.2014
14.1.2014	PL	Bu	Únik spalin z předních dveří	14.1.2014
15.1.2014	PL	Bu	Chyba řídící jednotky	15.1.2014
20.2.2014	CZ	Bu	Chyba řídící jednotky	20.2.2014
13.2.2014	CZ	Bu	Chyba řídící jednotky	13.2.2014
14.3.2014	CZ	Bu	Vada na ventilátoru	14.3.2014
14.3.2014	CZ	Bu	Chyba řídící jednotky	14.3.2014
21.2.2014	CZ	Da	Vada na ventilátoru	21.2.2014
28.2.2014	CZ	Da	Chyba řídící jednotky	28.2.2014
25.3.2014	CZ	Da	Vada na elektrickém motoru	25.3.2014
25.3.2014	CZ	Da	Vada v převodovce	25.3.2014
2.4.2014	CZ	Da	Vada na ventilátoru	2.4.2014
11.3.2014	CZ	Da	Vada na ventilátoru	11.3.2014
11.3.2014	CZ	Da	Chyba řídící jednotky	11.3.2014
8.4.2014	CZ	Da	Chyba řídící jednotky	8.4.2014
6.7.2014	CZ	Da	Magnet paliva zásobníku	6.7.2014
26.8.2014	CZ	Da	Vada na šamotové desce	26.8.2014
17.11.2014	UA	Bu	Chyba sběrače spalin	17.11.2014
4.12.2014	CZ	Bu	Vada na ventilátoru	4.12.2014
18.11.2014	UA	Bu	Špatná podpora hořáku	18.11.2014
29.10.2014	CZ	Da	Vada na ventilátoru	29.10.2014
22.12.2014	CZ	Bu	Vada na ventilátoru	22.12.2014
11.11.2014	CZ	Da	Vada na ventilátoru	11.11.2014
22.12.2014	CZ	Bu	Vada na těsnění ventilátoru	22.12.2014
3.11.2014	CZ	Da	Vada na dveřním závěsu	3.11.2014
21.10.2014	UA	Bu	Vada na dveřním závěsu	21.10.2014
3.11.2014	CZ	Da	Vada sady zámků	3.11.2014
28.11.2014	UA	Bu	Vada na dveřním závěsu	28.11.2014
16.12.2014	UA	Bu	Chyba řídící jednotky	16.12.2014
3.11.2014	CZ	Da	Chyba ovládacího zařízení G221_A	3.11.2014
22.12.2014	UA	Bu	Vada středních dveří	22.12.2014
16.12.2014	UA	Bu	Vada na nádrži se studenou vodou	16.12.2014
10.11.2014	PL	Bu	Chyba řídící jednotky	10.11.2014
16.12.2014	UA	Bu	Vadný ventil vypouštěcí nádrže na vodu	16.12.2014
26.11.2014	PL	Bu	Vada na ventilátoru	26.11.2014
16.12.2014	UA	Bu	Vadná hadice	16.12.2014
16.12.2014	UA	Bu	Vadný upevňovací kroužek	16.12.2014
16.12.2014	UA	Bu	Vadný držák nádrže na vodu	16.12.2014
5.12.2014	UA	Bu	Vada středních dveří	5.12.2014
26.11.2014	PL	Bu	Vadný závěs palivové nádrže	26.11.2014
24.12.2014	UA	Bu	Vada středních dveří	24.12.2014
15.12.2014	UA	Bu	Vada na šamotové desce	15.12.2014
29.12.2014	UA	Bu	Vada na šamotové desce	29.12.2014

Tabulka č. 18 – Reklamáce kotle G221_A za rok 2014 [17]

Fáze příjmu reklamáce			Fáze ověření reklamáce	Fáze rozhodovací	
Datum příjmu	Datum ukončení	Kdo reklamuje	Důvod reklamáce	Rozhodnutí o reklamaci	Rozhodnutí o reklamaci
23.5.2014	22.6.2014	Robert Bosch, spol. s r.o. - SK	opal opláštění	dobropis	Zamítnuto
1.7.2014	31.7.2014	Robert Bosch, spol. s r.o. - SK	poškození při transportu	oprava	Uznáno
22.7.2014	21.8.2014	Robert Bosch Sp. z o. o. - PL	chybějící díl	nahradní plnění	Uznáno
7.8.2014	6.9.2014	Bosch Termotechnika s.r.o.	chybějící díl	nahradní plnění	Uznáno
12.8.2014	11.9.2014	Robert Bosch Sp. z o. o. - PL	záměna ovládací jednotky	nahradní plnění	Uznáno
20.8.2014	19.9.2014	Bosch Termotechnika s.r.o.	chybějící díl	nahradní plnění	Uznáno
9.9.2014	9.10.2014	Bosch Termotechnika s.r.o.	šnek nevytlačuje palivo do retorty	nahradní plnění	Uznáno
22.9.2014	22.10.2014	Robert Bosch Ltd. - UA	chybějící díly	nahradní plnění	Uznáno
15.10.2014	15.11.2014	CZ	netěsnost	oprava	Uznáno
30.10.2014	31.10.2014	Bosch - climate	poškození při přepravě	šrotace	

3.2 Software IQ – FMEA – charakteristika

Od roku 1997 je Robert Bosch držitelem licence softwaru IQ - FMEA. V důsledku toho může koncern Robert Bosch provádět zvláštní úpravy, které vedou ke zlepšení využitelnosti programu. Neustálý vývoj je zajištěn jak z metodického, tak technického hlediska. IQ FMEA je program pro PC, který spolu s FMEA fází analýzy a hodnocení, také podporuje tvorbu strukturovaných systémů. Tento program využívají mimo jiné i renomovaní výrobci automobilů a dodavatelské firmy automobilového průmyslu.

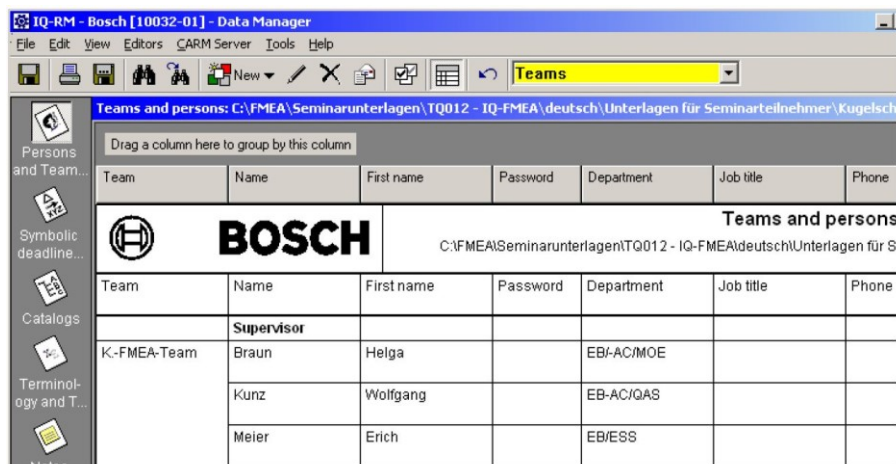
Použití IQ - FMEA vytváří přístup shora dolů, což znamená například, že informace ze systému FMEA se dají znovu použít v designové FMEA. Pro zajištění standardizovaného hodnocení FMEA, je nutné vytvořit tabulky pro konkrétní projekty nebo výrobky. Obsah FMEA lze zobrazit v různých formách (VDA-86, VDA-96, QS9000 2. vydání, QS9000 3. vydání, Bosch).

Záměrem je zavést program v celé Bosch skupině. IQ FMEA je nástroj, který se osvědčil v praxi.

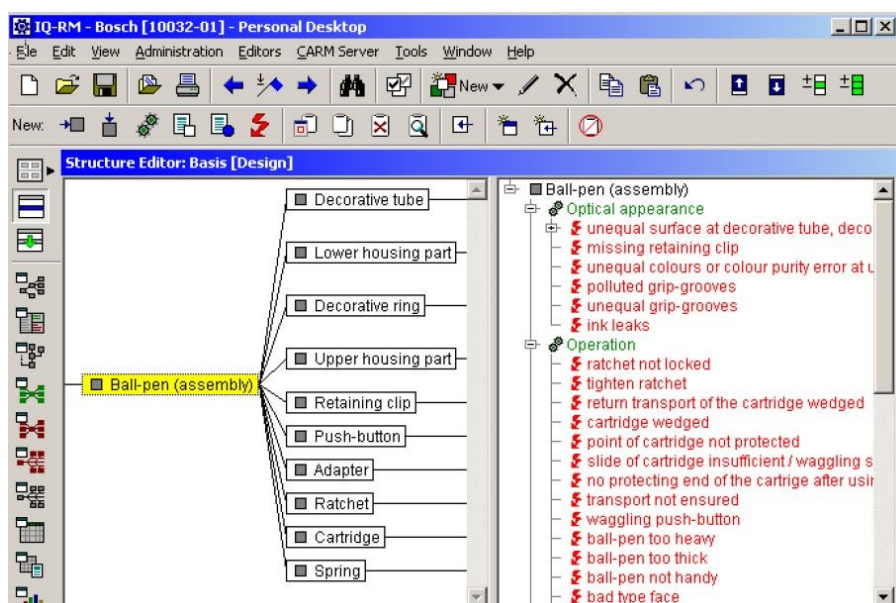
Díky IQ FMEA je možné:

- rychle identifikovat a řešit problémy,
- sledovat akce účinně,
- vybudovat databáze informací o činnostech organizace. [17]

Práce v programu začíná, tak že se nejprve nakonfiguruje struktura vytvářeného projektu. Vytváří se struktura podle pěti fází při tvorbě metody FMEA, což je popsáno v kapitole 1.11. Zvolí se typ FMEA: designová, logistická, procesu nebo produktu. V dalším kroku se definují charakteristiky procesu. K těmto charakteristikám se nadefinují možné chyby nebo vady, které mohou vzniknout. Na základě takto vytvořené databáze charakteristik procesu a vad se podle hodnotící tabulky Bosch standard přiřadí hodnotící číslo pro závažnost, výskyt a detekci, viz tabulky č. 3, 4, 5. Z těchto hodnot se jejich vynásobením vypočítá tzv. ukazatel priority rizika (RPN). Podnik má nastavenou hranici, tak že $RPN \leq 125$. Jakmile dojde k překročení této hodnoty RPN, musí se navrhnout a realizovat opatření. Výstupem programu jsou tabulky struktura projektu, kompletní formulář celého projektu s hodnocením (viz Obrázek č. 11), důležité termíny, frekvenční analýza, hodnotící frekvenční analýza, matice rizik, struktura projektu, formulář varování a celkové shrnutí.



Obrázek č. 9 – Ukázka prostředí program IQ FMEA[17]










Obrázek č. 10 - Ukázka prostředí program IQ FMEA [17]

Datei V:\30_FMEA_DATA\2014\8561-FB2-G221_Automat\IP-FMEA\IP-8561-004-QG5-20140918.fme

VERTRAULICH

Druckdatum: 29.9.2014

 BOSCH		PROCESS FMEA										STRANA: 1/55	
ZABEZPEČENÍ KVALITY		PRODUKT: G221 autom.-PJ8561										ODD.: P-8561-004-QG5-20140918	
		ČÍSLO PRACOVNÍHO CHODU:										FMEA-č.: 19.9.2014	
		DATUM:											
Č.	KOMPO-NENTY PROCES	FUNKCE	DRUH CHYBY	NÁSLEDKY CHYBY	K	PRÍČINA CHYBY	PREVENCE CHYBY	DETEKCE CHYBY	Z	V	D	RPN	OPATŘENÍ O/T:
1.1.1.3.1.2.2.a.1	1.1.1.3.1.2 Ohybání dílu na POHR-LIS/LOHRLIS	1.1.1.3.1.2.a.1  zajistit správné naohyba-ní dílu {23}	1.1.1.3.1.2.a.1  ne-dohnutí {23}	1.1.d.1  kotel ne-ni výrobitelný {1}		1.1.1.3.1.2.2.a.1  malý výkon (malý přítlak) {23}	KmP-QMM-068 (řízení udrzby) {118}	Chyba detekovana na dalsi operaci {120} KmP-QMM-024 {115}	8	2	1	16	
Výsledek opatření:													
1.1.1.3.1.2.1.a.4						1.1.1.3.1.2.1.a.4  Použití nesprávného programu {46}	TP a vykres na pracovišti {230} proskolení obsluhy {230}	Chyba detekovana na dalsi operaci {231} KmP-QMM-024 {230}	8	2	1	16	
Výsledek opatření:													
1.1.1.3.1.2.1.a.6						1.1.1.3.1.2.1.a.6  Použití nesprávný materiál (tloušťka materiálu) {23}	TP a vykres na pracovišti {230} proskolení obsluhy {230}	Chyba detekovana na dalsi operaci {231} KmP-QMM-024 {230}	8	2	1	16	
Výsledek opatření:													

Obrázek č. 11 – Originál formulář FMEA kotlového zásobníku ze softwaru IQ FMEA [17]

4 Návrhy opatření k odstranění vad a jejich komplexní posouzení

Metoda FMEA je v podniku využívána na všechny probíhající výrobní procesy, tedy i při výrobě kotlového zásobníku. Nejprve je provedena FMEA před začátkem výroby a jsou vyrobeny první vzorky kotlového zásobníku. Vzorky jsou testovány a oddělení kvality vyhodnotí vzniklé vady a případné reklamace od zákazníka. FMEA je znovu přepracována s ohledem na vzniklé vady a reklamace viz tabulky č. 15 - 18.

Při aplikaci metody FMEA bylo definováno šest charakteristik procesu, které byly pro výrobní proces kotlového zásobníku důležité. Jsou to:

- ohýbání dílů,
- nástřik dílů,
- dodržení svařovacího postupu,
- zajištění správného tvaru dílu nebo polotovaru,
- dostatečná tloušťka a kvalita svaru ve správné pozici (pevnost proti tlaku a těsnost proti úniku vody a spalín).

Byly vytvořeny formulářové tabulky metody FMEA pro následující operace:

- Pálení – laser
- Ohýbání
- Svařování
- Svařování zhasacího zařízení
- Svařenec zásobníku
- Nýtování
- Nástřik

Ve vytvořených tabulkách jsou zpracovány potenciální chyby a jejich závažnost, zjištěné příčiny chyb a jejich výskyt, navržená prevence a detekce s hodnocením ukazatele priority rizika (RPN). Hodnocení je prováděno dle Bosch standard hodnotících tabulek, viz kapitola 1.12. Všechny informace zpracované do následujících tabulek byly následně vloženy do programu IQ - FMEA.

VÝROBNÍ PROCES	MOŽNÁ CHYBA	NÁSLEDKY CHYBY	ZÁVAŽNOST	PŘÍČINA CHYBY
OHÝBÁNÍ DÍLŮ	Nedohnutí	Kotel není vyrobitelný	8	Malý výkon (malý přítlak)
				Použití nesprávného programu
				Použití nesprávný materiál (tloušťka)
				Nesprávné zvolení ohýbacích listů a matic
				Nerovnoměrný přítlak
	Přehnutí	Kotel není vyrobitelný	8	Nelký výkon (velký přítlak)
				Nerovnoměrný přítlak
				Nesprávné zvolení ohýbacích listů a matic

Obrázek č. 12 – Ukázka tabulky možných chyb jejich závažnost a příčiny

PŘÍČINA CHYBY	VÝSKYT	PREVENCE	DETEKCE	Z	V	D	RPN
Malý výkon (malý přítlak)	2	Oddělení řízení údržby	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
Použití nesprávného programu	2	TP a výkres na pracovišti proškolení obsluhy	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
Použití nesprávný materiál (tloušťka materiálu)	2			8	2	1	16
Nesprávné zvolení ohýbacích listů a matic	2			8	2	1	16
Nerovnoměrný přítlak	2	Oddělení řízení údržby	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
Nelký výkon (velký přítlak)	2	Oddělení řízení údržby	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
	2	Oddělení řízení údržby	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
			Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
			Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16

Obrázek č. 13 – Ukázka navržené prevence, detekce a hodnoty RPN

V následujících kapitolách 4.1 až 4.7 jsou v tabulkách č. 19 až 26 uvedeny jednotlivé procesy se zjištěnými vadami jejich příčinami a navržené prevence a hodnocení RPN. Detailně čitelné tabulky jsou k nahlédnutí v příloze č. 1.

4.1 Pálení na laseru

Tabulka č. 19 – Pálení na laseru

VÝROBNÍ PROCES	MOŽNÁ CHYBA	NÁSLEDKY CHYBY	ZÁVAŽNOST	PRÍČINA CHYBY	VÝSKYT	PREVENCE	DETEKCE	Z	V	D	RPN
PÁLENÍ	Tvar dílu / polotovaru není dle výkresové dokumentace	Kotel není výrobitelný	8	Špatně zvolený program pro vypalování	2	Číslo je shodné s číslem programu Číslo výkresu je shodné s ID dílu	Měření dílu	8	2	5	80
				Špatná funkce snímáče polohy	2	Preventivní plán údržby Funkce snímáče polohy je ověřena u předešlé výroby		8	2	5	80
				Použitý špatný laserový plyn	2	Laser Bystronic-program laseru informuje o nastavení laserových plynů po zadání parametrů Laser Trumpf-automatické nastavení laserových plynů bez zásahů operátora	Uvolnění prvního kusu dle KrnP-QMM-Bosch 021	8	2	5	80
				Použití plechu s povrchovými vadami	2	Smlouvy s dodavateli	Vizuální kontrola před započítáním činnosti	8	2	5	80
				Použití plechu s nerovností	2			8	2	5	80
				Špinavá zrcadla	2	Laser Bystronic- 1 x měsíčně údržba zrcadel laser Trumpf-servisováno odbornou firmou	Měření dílu	8	2	5	80
				Špatně seřízená zrcadla	2			8	2	5	80
				Provozní teplota je nižší než 13°C	2	Na hale stálá teplota	Zařízení nad laserem Vizuální kontrola	8	2	5	80
	Nedošlo k vypálení dílu / polotovaru z materiálu	Kotel není výrobitelný	8	Provozní teplota je vyšší než 35°C	2	Laser Bystronic-pravidelná údržba chladicího systému-deník údržby na pracovišti Laser Trumpf-pravidelná údržba/výměna filtru-deník údržby na pracovišti	Vizuální kontrola	8	2	5	80
				Stroj není nastaven ve váze	2	Stroj je nastaven na speciálním podstavci je chráněn proti ořesům Laser Bystronic-zkušební pracovníka s provozem stroje Laser Trumpf-dobrý systém na kontrolu vyvážení rezonátoru	Vizuální kontrola při pálení	8	2	5	80
				Špatně zvolená pálicí hlava	2	Zaškolená obsluha (dle návodu na obsluhu stroje) Laser Bystronic-program laseru informuje o typu pálicí hlavy po zadání parametrů Laser Trumpf-automatické nastavení laserových plynů bez zásahů operátora	Uvolnění prvního kusu dle KrnP-QMM-Bosch 021	8	2	5	80
				Špatně nastavená rychlost pálení	2	Prvotní nastavení rychlosti by mělo být vyhovující pro pálení Laser Bystronic-informace o možnosti zvýšení nebo snížení rychlosti v manuálu, manuál je u stroje Laser Trumpf-automatické nastavení rychlosti pálení bez zásahů operátora	Uvolnění prvního kusu dle KrnP-QMM-Bosch 021	8	2	5	80
						Prvotní nastavení rychlosti by mělo být vyhovující pro pálení					
				Špatně nastavený tlak plynu	2	Laser Bystronic-informace o možnosti zvýšení nebo snížení rychlosti v manuálu, manuál je u stroje Laser Trumpf-automatické nastavení tlaku plynu bez zásahů operátora	Uvolnění prvního kusu dle KrnP-QMM-Bosch 021	8	2	5	80

Tabulka č. 20 – Pálení na laseru - pokračování

PÁLENÍ	Tvar dílu / polotovaru je menší než dle výkresové dokumentace (odchylka max 0,25 mm)	Kotel není výrobitelný	8	Použití nesprávného materiálu	2	Materiál je označen ID	Ol a označení materiálu je ve skladě	8	2	5	80
				Špatné nastavené parametry	2	Zaškolená obsluha (dle návodu na obsluhu Manual ke stroji je u stroje	Uvolnění prvního kusu dle KřnP-QMM-Bosch 021	8	2	5	80
				Použití nesprávné tloušťky materiálu	2	Materiál je označen ID	Ol a označení materiálu je ve skladě	8	2	5	80
				Použití nevhodné trysky	2	Program laseru informuje o typu trysky pro tloušťku materiálu po zadání parametrů Zaškolená obsluha (dle návodu na obsluhu stroje)	Uvolnění prvního kusu dle KřnP-QMM-Bosch 021	8	2	5	80
				Špatné nastavení polohy ohniska	2	Laser Bystronic-program laseru informuje o nastavení polohy ohniska po zadání parametrů Laser Trumpf-automatické nastavení polohy ohniska bez zásahů operátora	Uvolnění prvního kusu dle KřnP-QMM-Bosch 021	8	2	5	80
				Použití špatného řezácho plynu	2	Zaškolená obsluha (dle návodu na obsluhu stroje) Laser Bystronic-informace o plynech v manuálu, manuál je u stroje Laser Trumpf-automatické nastavení polohy ohniska bez zásahů operátora	Uvolnění prvního kusu dle KřnP-QMM-Bosch 021	8	2	5	80

4.2 Ohýbání dílů

Tabulka č. 21 – Ohýbání dílů

VÝROBNÍ PROCES	MOŽNÁ CHYBA	NÁSLEDKY CHYBY	ZÁVAŽNOST	PŘÍČINA CHYBY	VÝSKYTÍ	PREVENCE	DETEKCE	Z	V	D	RPN
OHÝBÁNÍ DÍLŮ	Nedohnutí	Kotel není vyrobitelný	8	Malý výkon (malý přítlak)	2	Oddělení řízení údržby	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
				Použití nesprávného programu	2	TP a výkres na pracovišti proškolení obsluhy	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
				Použití nesprávný materiál (tloušťka materiálu)	2			8	2	1	16
				Nesprávné zvolení ohýbacích listů a matic	2			8	2	1	16
	Přehnutí	Kotel není vyrobitelný	8	Nerovnoměrný přítlak	2	Oddělení řízení údržby	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
				Nelký výkon (velký přítlak)	2	Oddělení řízení údržby	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
				Nerovnoměrný přítlak	2	Oddělení řízení údržby	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
				Nesprávné nastavení stroje	2	TP a výkres na pracovišti proškolení obsluhy	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
	Špatná poloha ohybu	Kotel není vyrobitelný	8	Použití nesprávného programu	2			8	2	1	16
				Nesprávné zvolení ohýbacích listů a matic	2			8	2	1	16
				Nesprávné nastavení stroje	2	TP a výkres na pracovišti proškolení obsluhy	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
	Díl není ohnutý	Kotel není vyrobitelný	8	Nesprávné provedení operace (otočení dílce)	2	TP a výkres na pracovišti proškolení obsluhy	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
				Nedotlačení materiálu na dorazy	2	TP a výkres na pracovišti proškolení obsluhy	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
				Nesprávné nastavení dorazu	2			8	2	1	16
				Nedojetí dorazu do správné pozice (měřená pozice je větší než aktuální)	2			8	2	1	16
	Šikmý ohýb	Kotel není vyrobitelný	8	Nedojetí dorazu do správné pozice (měřená pozice je menší než aktuální)	2	TP a výkres na pracovišti proškolení obsluhy	Chyba detekována na další operaci	8	2	1	16
				Nesprávné provedení operace (otočení dílce)	2			8	2	1	16

4.3 Svařování podsestavy

Tabulka č. 22 – Svařování podsestavy

VÝROBNÍ PROCES	MOŽNÁ CHYBA	NÁSLEDKÝ CHYBY	ZÁVAZNOST	PRÍČINA CHYBY	VÝSKYT	PREVENCE	DETEKCE	Z	V	D	RPN
SVAŘOVÁNÍ PODSESTAVY	Vadné napojení svaru	Kotel neplní designový návrh	5	Nesprávně pracující pracovník	3	Pravidelné školení svářečů Zaškolená obsluha (dle WPS)	Check list po montáži a testu zásobníku	5	3	5	75
	Svar příliš malý	Kotel neplní designový návrh	5	Nedodržení WPS (lidský faktor-nedodržení rozměru svaru)	3	Pravidelné školení svářečů Zaškolená obsluha (dle WPS)	Interní a externí audit	5	3	5	75
				Špatné nastavení parametru svářečky	3	TP a výkres na pracovišti Školení svářečů (zápis)	Vizuální kontrola	5	3	7	105
	Neodstranění rozstříku	Kotel neplní designový návrh	5	Nedodržení TP	3	TP a výkres na pracovišti Předání výkresové dokumentace do výroby dle KrnP-VAN Výměna TP na pracovišti proti podpisu mistra; archivace na server-umístění MFE Výměna výkresu na pracovišti, bez podpisu	Závada zjištěna na další operaci	5	3	1	15
	Hrany dílu nejsou svařeny po celé délce	Kotel neplní designový návrh	5	Nedodržení výkresu	3	TP a výkres na pracovišti Výměna TP na pracovišti proti podpisu mistra; archivace na server-umístění MFE Výměna výkresu na pracovišti, bez podpisu Zaškolení pracovníků na pracovišti na nový výkres a TP; bez podpisu Použití montážního přípravku dle TP Předání výkresové dokumentace do výroby dle KrnP-VAN	Závada zjištěna na další operaci	5	3	1	15
	Chybná pozice dílu-špatné sestavení	Kotel neplní designový návrh	5	Záměna dílu	3	TP a výkres na pracovišti Výměna TP na pracovišti proti podpisu mistra; archivace na server-umístění MFE Výměna výkresu na pracovišti, bez podpisu Zaškolení pracovníků na pracovišti na nový výkres a TP; bez podpisu Použití montážního přípravku dle TP Předání výkresové dokumentace do výroby dle KrnP-VAN	Závada zjištěna na další operaci	5	3	1	15

4.4 Svařování podsestavy a trubky zhášecího zařízení

Tabulka č. 23 – Svařování podsestavy a trubky zhášecího zařízení

VÝROBNÍ PROCES	MOŽNÁ CHYBA	NÁSLEDKY CHYBY/ZÁVAZNOST	PRČINA CHYBY	VÝSKYT	PREVENCE	DETEKCE	Z	V	D	RPN
SVAŘOVÁNÍ PODSESTAVY A TRUBKY ZHAŠEČHO ZAŘÍZENÍ	Vadné napojení svazu	Únik spalin do prostoru	Nesprávné pracující pracovník	2	Pravidelné školení svářečů Zaškolení obsluha (dle WPS)	Check list - kontrola kotle OTK	10	2	4	80
	Svar příliš malý	Únik spalin do prostoru	Nedodržení WPS (lidský faktor - nedodržení rozměru svazu)	2	Pravidelné školení svářečů Zaškolení obsluha (dle WPS)	Interní a externí audit Test těsnosti zásobníku	10	2	6	120
			Špatné nastavení parametru svářečky	2	TP a výkres na pracovišti Školení svářečů (zápis)	Vizuální kontrola Test těsnosti zásobníku	10	2	5	100
					TP a výkres na pracovišti Předání výkresové dokumentace do výroby dle Kmp-VAN	Vizuální kontrola na další operaci Check list				
	Neodstranění rozstříčku	Kotel neplní designový návrh	Nedodržení TP	3	Výměna TP na pracovišti proti podpisu mistra; archivace na server-umístění MFE Výměna výkresu na pracovišti, bez podpisu Zaškolení pracovníků na pracovišti na nový výkres a TP; Použití montážního přípravku dle TP	Test těsnosti zásobníku	5	3	1	15
					TP a výkres na pracovišti Výměna TP na pracovišti proti podpisu mistra; archivace na server-umístění MFE Výměna výkresu na pracovišti, bez podpisu Zaškolení pracovníků na pracovišti na nový výkres a TP; Použití montážního přípravku dle TP Předání výkresové dokumentace do výroby dle Kmp-VAN	Test těsnosti zásobníku Vizuální kontrola na další operaci				
	Hrany dílu nejsou svařeny po celé délce	Únik spalin do prostoru	Nedodržení výkresu	2	Zaškolení pracovníků na pracovišti na nový výkres a TP; Použití montážního přípravku dle TP Předání výkresové dokumentace do výroby dle Kmp-VAN	Check list	10	2	1	20
			Záměna přípravku	2	Označení přípravku TP a výkres na pracovišti Výměna TP na pracovišti proti podpisu mistra; archivace na server-umístění MFE Výměna výkresu na pracovišti, bez podpisu Zaškolení pracovníků na pracovišti na nový výkres a TP; Použití montážního přípravku dle TP Předání výkresové dokumentace do výroby dle Kmp-VAN	Vizuální kontrola při následné operaci (dílec nelze svařit) Test těsnosti zásobníku	8	2	1	16
	Chybná pozice dílu - špatné sestavení	Kotel neplní designový návrh	Záměna dílu	2	TP a výkres na pracovišti Výměna TP na pracovišti proti podpisu mistra; archivace na server-umístění MFE Výměna výkresu na pracovišti, bez podpisu Zaškolení pracovníků na pracovišti na nový výkres a TP; Použití montážního přípravku dle TP Předání výkresové dokumentace do výroby dle Kmp-VAN	Vizuální kontrola na další operaci Check list	8	2	1	16
			Opotřeбенý/poškozený přípravek	3	Systém preventivní kontroly Kmp-VAN přípravku	Vizuální kontrola při následné operaci Test těsnosti zásobníku	8	3	1	24

4.6 Nýtování

Tabulka č. 25 - Nýtování

VÝROBNÍ PROCES	MOŽNÁ CHYBA	NÁSLEDKY CHYBY	ZÁVAŽNOST	PŘÍČINA CHYBY	VÝSKYT	PREVENCE	DETEKCE	Z	V	D	RPN
NÝTOVÁNÍ	Chybějící nýtovaný spoj	Únik spalin do prostoru	10	Nedodržení pracovního postupu (lidský faktor)	2	Zaškolená obsluha (dle pracovního postupu a výkresu)	Vizuální kontrola na další operaci (montáž, test zásobníku)	10	2	5	100
	Nedostatečně snýtovaný spoj	Únik spalin do prostoru	10	Porucha zařízení	2	Preventivní údržba	Vizuální kontrola na další operaci (kontrola funkčnosti nýtovacích matic)	10	2	3	60
				Nesprávné seřízení nýtovací pistole	2	Preventivní údržba	Vizuální kontrola	10	2	3	60
	Nadměrně roznýtovaný spoj	Únik spalin do prostoru	10	Porucha zařízení	2	Preventivní údržba	Vizuální kontrola na další operaci (kontrola funkčnosti nýtovacích matic)	10	2	3	60
	Poškození nýtu při nýtování	Únik spalin do prostoru	10	Nedodržení pracovního postupu použití jiné nýtovací hlavy	2	Na pracovišti pouze jedna nýtovací hlava	Vizuální kontrola na další operaci (montáž, test zásobníku)	10	2	5	100


4.7 Nástřík

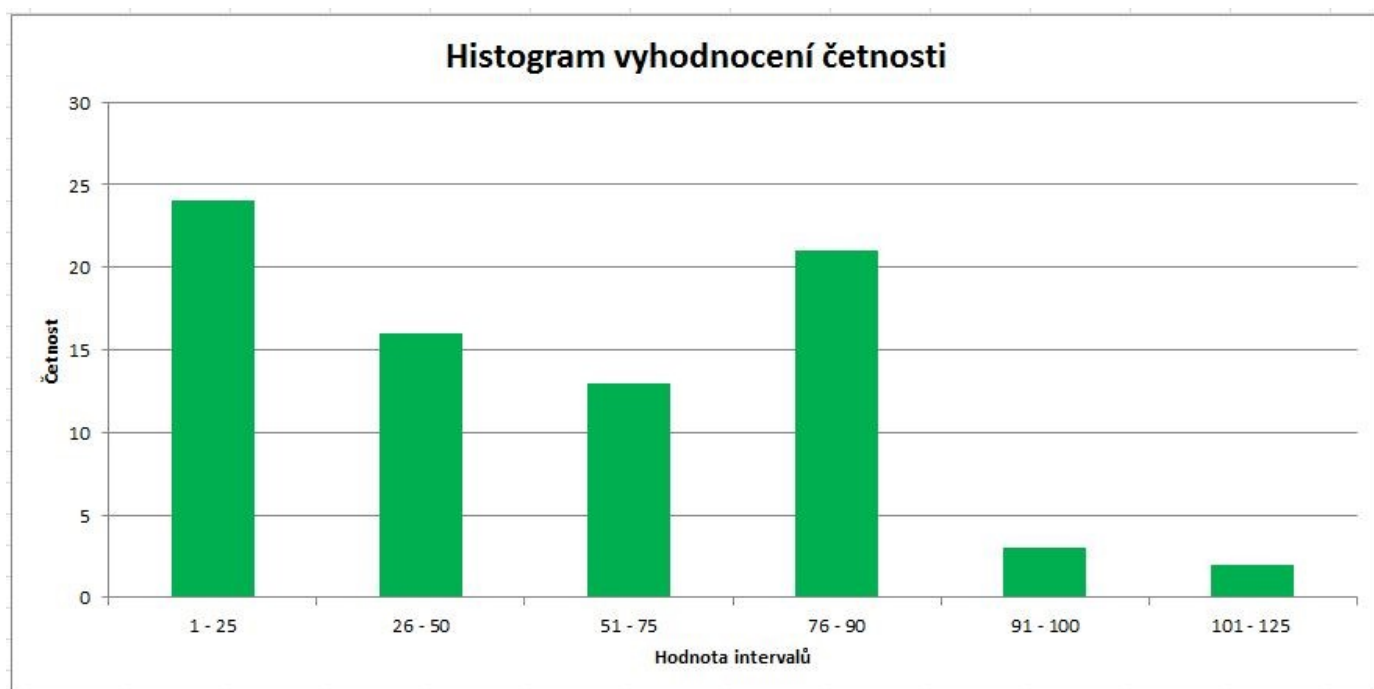
Tabulka č. 26 – Nástřík

VÝROBNÍ PROCES	MOŽNÁ CHYBA	NÁSLEDKY CHYBY	ZÁVAZNOST	PRÍČINA CHYBY	VÝSKYT	PREVENCE	DETEKCE	Z	V	D	RPN
NÁSTRÍK	Mapy na barvě	Kotel neplní designový návrh	5	Špatně nastavená teplota lázně odmašťování	3	Standardně nastavená teplota lázně odmašťování	Vizuální kontrola dílu po ukončení procesu	5	3	5	75
				Špatně nastavené trysky odmašťování	2	Podrobnosti nastavení teploty v manuálu		5	2	5	50
				Nefunkční odmašťovací zařízení	3	1 x měsíčně údržba trysek		5	3	5	75
				Nefunkční sušička	3	1 x měsíčně údržba		5	3	5	75
				Zanesené trysky odmašťování	3	Každodenní kontrola kvality lázně		5	3	5	75
	Nenastříkání	Kotel neplní designový návrh	5	Špatná kvalita lázně	2	1 x měsíčně údržba stroje		5	3	5	75
				Špatně nastavená rychlost dopravníkového pásu	2	1 x za 3 měsíce údržba hořáku		5	3	5	75
				Špatně zadané parametry do programu nástřiku	3	1 x měsíčně údržba stroje		5	2	5	50
				Špatně zvolený program nástřiku	3	Každodenní kontrola kvality lázně		5	3	5	75
				Nefunkční pistole nástřiku	2	Standardně nastavená rychlost dopravníkového pásu		5	2	5	50
	Nástřík jinou barvou	Kotel neplní designový návrh	5	Zanesené pistole nástřiku	2	Protí nastavení dle zkušenosti a na základě zkušenosti s podobným dílem		5	3	5	75
				Použití jiné barvy	3	Dolažení nastavení - pokus omyl		5	3	5	75
				Nevyčištěná pistole nástřiku po předchozím nástřiku jinou barvou	2	Program popisuje činnost nástřiku (kotel, díl)		5	2	5	50
				Nízká teplota sušení	2	Zakladní údržba po ukončení strikání; 1 x měsíčně větší údržba		5	2	5	50
				Nefunkční sušička vzduchu	2	Označení barvy		5	2	5	50
	Puchýře na barvě	Kotel neplní designový návrh	5	Vysoká pražnost	3	Zakladat je označen druhem barvy		5	2	5	50
				Špatně nastavená rychlost dopravníkového pásu	2	Proškolená obsluha stroje		5	2	5	50
				Špatně zadané parametry do programu nástřiku	3	Popis/průvodce čištění v programu stroje		5	2	5	50
				Špatně zvolený program nástřiku	3	Nastavení teploty dle barvy		5	2	5	50
				Nefunkční sušička vzduchu	2	Tabulka s teplotami pro barvy na pracovišti		5	2	5	50
	Něčistoty v barvě	Kotel neplní designový návrh	5	Špatně nastavená rychlost dopravníkového pásu	2	1 x měsíčně údržba stroje		5	2	5	50
				Špatně zadané parametry do programu nástřiku	3	Pravidelný úklid kolem stroje		5	2	5	50
				Špatně zvolený program nástřiku	3	Zábrana kolem stroje		5	2	5	50
				Špatně zavěšený díl	3	Standardně nastavená rychlost dopravníkového pásu		5	2	5	50
				Nízká teplota vypalování	2	Protí nastavení dle zkušenosti a na základě zkušenosti s podobným dílem		5	2	5	50
	Nevytvrzení barvy	Kotel neplní designový návrh	5	Nefunkční vypalovačka	2	Dolažení nastavení - pokus omyl	Teploměr pro měření teploty	5	3	5	75
				Nefunkční sušička vzduchu	2	Program popisuje činnost nástřiku (kotel, díl)		5	2	5	50
					2	Proškolená obsluha stroje		5	3	5	75
					2	Zkušební teploty dle barvy		5	2	5	50
					2	Tabulka s teplotami pro barvy na pracovišti		5	2	5	50
					2	1 x měsíčně údržba stroje; 1 x za 3 měsíce údržba hořáku		5	2	5	50

Všechny výsledky provedených hodnocení, viz odstavce 4.1, až 4.7 byly následně shrnuty do názorné tabulky, viz tabulka č. 27.

Tabulka č. 27 – Vyhodnocení četnosti

<div>  BOSCH </div> <div> Vyhodnocení četnosti Hodnocení příčin chyb a opatření </div>							
ZABEZPEČENÍ KVALITY				FMEA typ: PROCESS FMEA		Odd.:	
				Výrobek: G 221 automat		FMEA číslo: P-8561-004-QG5-20140918	
				FMEA téma:		Strana: 1/1	
				Verze č.:		Datum: 29. 9. 2014	
Závažnost (Z)		Pravděpodobnost výskytu (V)		Pravděpodobnost detekce (D)		RPN	
Hodnota	Počet	Hodnota	Počet	Hodnota	Počet	Hodnota	Počet
1		1		1	25	1 - 25	24
2		2	62	2		26 - 50	16
3		3	17	3	3	51 - 75	13
4		4		4	2	76 - 90	21
5	30	5		5	47	91 - 100	3
6		6		6	1	101 - 125	2
7	1	7		7	1	126 - 150	
8	39	8		8		151 - 175	
9		9		9		176 - 200	
10	9	10		10		201 - 300	
						301 - 1000	



Graf č. 5 – Histogram vyhodnocení četnosti hodnocení

Z histogramu je možno vyčíst, že nejčetnější hodnota RPN je v intervalu 1 – 25 a jeho četnost je 24. Kritická hodnota RPN (125) nebyla překročena, takže nebylo nutné, dle podnikem stanoveného pravidla, provést navrhovat příslušná preventivní opatření.

Výsledky

Vznik vad a reklamací, viz analýza v bodě 3, byl zapříčiněn tím, že výrobní proces nebyl dostatečně monitorován ve všech jeho fázích a neexistoval podklad, na základě kterého bylo možné identifikovat potenciální i skutečná problémová místa, zjistit zda a jakým způsobem jsou nalezené problémy detekovány a řízeny. Z těchto důvodů byla zpracovaná FMEA procesu jak v tabulkové podobě, tak poté do software IQ – FMEA. Souhrn všech nalezených potenciálních chyb, identifikace jednotlivých příčin včetně návrhů jejich prevence u 7 výrobních procesů je uveden v Tabulce č. 28.

Tabulka č. 28 – Souhrnné výsledky

Operace	Chyby	Příčiny	Prevence
Pálení – laser	3	19	5
Ohýbání	6	17	2
Svařování	5	6	9
Svařování zhášecího zařízení	5	8	12
Svařenec zásobníku	1	1	2
Nýtování	4	4	3
Nástřík	7	23	27
Zásobník celkem	31	78	60

Z tabulky č. 28 bylo zjištěno celkem 31 chyb, které způsobilo 78 příčin a bylo navrženo 60 prevencí. Operace nástřík, měla nejvíc chyb (7), následně nejvíc zjištěných příčin (23) a bylo navrženo pro nástřík nejvíce prevence (27).

5 Závěrečné hodnocení přínosu diplomové práce

V úvodní části práce jsem teoreticky popsal obecné souvislosti týkající se řízení kvality a používané nástroje, k nimž patří i metoda FMEA. Vysvětlil systém hodnocení dle systému FMEA a popsal jsem postup vypracování FMEA procesu. Zpracoval jsem charakteristiku použitého softwaru pro aplikaci metody FMEA. Nejprve jsem zmapoval stávající proces výroby kotlového zásobníku a postup jsem rozdělil podle jednotlivých fází. Z poskytnutých materiálů podniku, jsem analyzoval vyskytnuté vady a reklamace, které se vyskytly u kotle G221_Automat a zjištěné hodnoty jsem zavedl do grafů a porovnal je. Definoval jsem jednotlivé charakteristiky procesu vyplývající z výrobního procesu.

Cílem diplomové práce bylo navrhnout opatření k eliminaci výskytu možných vad, které by mohly vzniknout během výrobního procesu výroby kotlového zásobníku. Jedná se o kotlový zásobník, který je součástí automatického kotle na tuhá paliva značky Buderus. Zásobník kotle G221_Automat je důležitá součást, protože slouží jako zásoba paliva pro zabezpečení plynulého chodu kotle. Metoda FMEA snižuje vznik možných vad během výroby kotlového zásobníku. Pro vyhodnocení a celkovou analýzu výrobního procesu jsem použil analytickou metodu FMEA, respektive FMEA procesu. Pro tvorbu formulářů a výsledných hodnocení jsem v podniku využil jejich software IQ – FMEA.

Lze tedy u nových zakázek do budoucna očekávat, pokud budou dodržovány definované návrhy na prevenci na základě zpracované FMEA a budou fungovat definované nástroje řízení, že dojde k eliminaci vad a reklamací. Tím by mohlo dojít k úspoře nákladů ve výši cca řádově stovky tisíc Kč ročně i úspoře času na opravy, které probíhají průměrně měsíc od nahlášení reklamace.

Doporučuji provést v následujícím období opětovně analýzu vad a reklamací a v případě, že by se vady či reklamace opětovně objevily, navrhuji snížit limitní hranici na hodnotu nižší. Na základě současných výsledků navrhuji zvážit limitní hodnotu RPN 80.

Poděkování

Děkuji Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D. z Katedry mechanické technologie VŠB – TU Ostrava za pomoc a podněty k řešení mé práce, dále děkuji podniku Bosch Termotechnika Krnov s. r. o., za možnost vypracování diplomové práce, konkrétně svému konzultantovi Vítězslavovi Jelínkovi, za pomoc při zpracování metody FMEA a poskytnutí potřebných podkladů a informací.

Seznam použité literatury a odkazů

- [1] *Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. 4. vyd. Překlad Ivana Petrašová. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008, vi, 143 s. ISBN 978-80-02-02101-8.
- [2] *Buderus Logano G221_Automat* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.buderus.cz/produkty/kotle/kotle-na-tuha-paliva-prod/logano-g221a.html>
- [3] *Projekční podklady Buderus Logano G221_A* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: http://www.buderus.cz/files/Projekcni_podklady_G211A_Buderus.1.4_CZ.pdf
- [4] *Zajištění kvality před sériovou výrobou: FMEA produktu, FMEA procesu*. Praha: Česká společnost pro jakost], 2008. 124 s.
- [5] *Bosch Termotechnika s. r. o.* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: http://www.bosch.cz/cs/cz/our_company_7/locations_7/menu_bosch_termotechnika_sro_krnov/krnov_uvod.html
- [6] *Kotle ATMOS* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.atmos.eu/>
- [7] *Kotle Viadrus a. s.* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.viadrus.cz/>
- [8] *FERONA a. s.* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/index.php>
- [9] *ALFUN a. s.* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.alfun.cz/>
- [10] *Výroční zpráva Bosch Termotechnika za rok 2013* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=7d277b0d81e545318fea8abe4e126a68>

- [11] *Výroční zpráva Bosch Termotechnika za rok 2012* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z:
<https://or.justice.cz/ias/content/download?id=7d277b0d81e545318fea8abe4e126a68>
- [12] *Ohraňovací lis TruBend* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z:
<http://www.cz.trumpf.com/cs/produkty/obrabeci-stroje/produkty/ohybani/ohranovaci-lisy/trubend-serie-5000.html>
- [13] *Laser Trumatic* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z:
<http://www.cz.trumpf.com/cs/produkty/obrabeci-stroje/produkty/obrabeni-vysekavanimlaserem/vysekavacilaserove-stroje/trumatic-3000-fiber.html>
- [14] *Laser Bystar* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z:
http://www.bystronic.cz/cs/produkty/Systemy_Rezani_Laserem/Bystar.php
- [15] *Svářečka MIG 5002c* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z:
<http://www.esab.cz/cz/cz/products/index.cfm?fuseaction=home.product&productCode=430839&tab=1>
- [16] *Úhlová bruska Bosch* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z:
<http://www.bosch-professional.com/cz/cs/gws-7-115-23442-ocs-p/>
- [17] BOSCH TERMOTECHNIKA. *Interní dokumenty a podklady*. Krnov: Bosch Termotechnika, 2012 – 2014.
- [18] ČSN EN 60812. *Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 44 s.
- [19] *Makroekonomická predikce – leden 2014* [online]. c2015 [vid. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.mfcr.cz/cs/verejny-sektor/prognozy/makroekonomicka-predikce/2014/makroekonomicka-predikce-leden-2014-16757>

Seznam obrázků

Obrázek č. 1	SWOT analýza
Obrázek č. 2	Kotel Buderus Logano G221_Automat
Obrázek č. 3	Konstrukční uspořádání automatického kotle Buderus
Obrázek č. 4	Ohraňovací lis - TruBend
Obrázek č. 5	Laser TruMatic 3000fiber
Obrázek č. 6	Laser Bystar
Obrázek č. 7	Svařovací zdroj MIG 5002c
Obrázek č. 8	Úhlová bruska Bosch
Obrázek č. 9	Ukázka prostředí program IQ FMEA
Obrázek č. 10	Ukázka prostředí program IQ FMEA
Obrázek č. 11	Originál formulář FMEA kotlového zásobníku ze softwaru IQ FMEA
Obrázek č. 12	Ukázka tabulky možných chyb jejich závažnost a příčiny
Obrázek č. 13	Ukázka navržené prevence, detekce a hodnoty RPN

Seznam tabulek

Tabulka č. 1	Fáze zpracování metody FMEA
Tabulka č. 2	Posuzování rizika
Tabulka č. 3	Hodnocení závažnosti dle Bosch standard
Tabulka č. 4	Hodnocení výskytu dle Bosch standard
Tabulka č. 5	Hodnocení detekce dle Bosch standard
Tabulka č. 6	FMEA tým
Tabulka č. 7	Historie společnosti Bosch Termotechnika

Tabulka č. 8	Prodej kotle G221_Automat v jednotlivých letech
Tabulka č. 9	Technické parametry ohraňovacího lisu TruBend
Tabulka č. 10	Technické parametry laseru TruMatic 3000fiber
Tabulka č. 11	Technické parametry úhlové brusky
Tabulka č. 12	Technologický postup výroby kotlového zásobníku
Tabulka č. 13	Technologický postup výroby kotlového zásobníku – pokračování
Tabulka č. 14	Technologický postup výroby kotlového zásobníku - pokračování
Tabulka č. 15	Vady kotle G221_A za rok 2013
Tabulka č. 16	Reklamace kotle G221_A za rok 2013
Tabulka č. 17	Vady kotle G221_A za rok 2014
Tabulka č. 18	Reklamace kotle G221_A za rok 2014
Tabulka č. 19	Pálení na laseru
Tabulka č. 20	Pálení na laseru - pokračování
Tabulka č. 21	Ohýbání dílů
Tabulka č. 22	Svařování podsestavy
Tabulka č. 23	Svařování podsestavy a trubky zhášecího zařízení
Tabulka č. 24	Svařenec zásobníku
Tabulka č. 25	Nýtování
Tabulka č. 26	Nástřik
Tabulka č. 27	Vyhodnocení četnosti
Tabulka č. 28	Souhrnné výsledky

Seznam grafů a schémat

Graf č. 1	Přehled prodeje kotlů G221_Automat
Graf č. 2	Přehled prodeje kotle G221_A za rok 2013
Graf č. 3	Přehled prodeje kotle G221_A za rok 2014
Graf č. 4	Výhled na prodej kotle G221_A v roce 2015
Graf č. 5	Histogram vyhodnocení četnosti hodnocení
Schéma č. 1	Plán budov - závod Město Albrechtice
Schéma č. 2	Plán budov – závod Krnov
Schéma č. 3	Organizační struktura Bosch Termotechnika s. r. o.

Přílohy

Příloha č. 1	Tabulky FMEA procesu výroby kotlového zásobníku – uloženo na příloženém CD
--------------	--